



UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES
EXPERIMENTALS**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN EFICIENCIA
ENERGÉTICA Y SOSTENIBILIDAD**

***“Rehabilitación Integral de un Edificio
Docente con criterios de Sostenibilidad”***

PROYECTO FINAL DE MÁSTER

AUTOR
Concepción Encinar Galán

DIRECTOR
María José Ruá Aguillar

Castellón, Julio de 2020

ÍNDICE

1 OBJETIVO DEL TRABAJO

1.1 General

1.2 Específico

2 INTRODUCCIÓN

3 METODOLOGÍA

4 NORMATIVA APLICABLE (CTE-HE; CTE-SUA; DC09, DECRETO 65/2019, 6 ABRIL)

4.1 Normativa Unión Europea

4.2 Normativa en España

5 CASO DE ESTUDIO

5.1 Contexto: Municipio, emplazamiento

5.2 Edificio: Memoria descriptiva

6 ENVOLVENTE TÉRMICA

6.1 Diagnóstico del estado actual

6.2 Propuesta de soluciones de mejora

6.3 Análisis económico

6.4 Conclusiones

7 INSTALACIONES

7.1 Diagnóstico del estado actual

7.2 Propuesta de soluciones de mejora

7.3 Análisis económico

7.4 Conclusiones

8 RECUPERACIÓN DEL AGUA DE LLUVIA

- 8.1 Diagnóstico del estado actual
- 8.2 Aprovechamiento del agua de lluvia
- 8.3 Análisis económico
- 8.4 Conclusiones

9 CONCLUSIONES FINALES

10 BIBLIOGRAFÍA

11 AGRADECIMIENTOS

12 ANEXOS

- 12.1 Certificación de eficiencia energética del edificio
- 12.2 Informe de medidas de mejora.
- 12.3 Presupuestos

1. OBJETIVO DEL TRABAJO

1.1. Objetivo general

El presente Trabajo Final de Master consiste en el estudio de la rehabilitación integral de un edificio docente. Se analizará dicha intervención, teniendo en cuenta el marco normativo actual, y considerando criterios de sostenibilidad.

1.2 Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general se plantean varios objetivos específicos:

- Análisis de las condiciones actuales, con el fin de realizar un diagnóstico a nivel de las siguientes variables relacionadas con la sostenibilidad del edificio: envolvente térmica, instalaciones y aprovechamiento del agua de lluvia.
- Propuesta de soluciones para las variables consideradas.
- Análisis económico de las propuestas.

2. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se está tendiendo a construir de una manera más sostenible, con un menor impacto medioambiental, aprovechando mejor los recursos del entorno, potenciando el uso de materiales con mejores características térmicas, construyendo con diferentes técnicas y tendiendo al consumo energético casi nulo. Esta tendencia se enmarca dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), del Programa de las Naciones Unidas, en concreto, está directamente relacionada con el ODS11 de ciudades y comunidades sostenibles, según el cual hay que lograr *que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles*. En ese marco, la Nueva Agenda Urbana (NUA) Habitat III, Naciones Unidas (Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible, Hábitat III, Quito, octubre de 2016) contribuye a la implementación y la localización integrada de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus metas, incluido especialmente en el Objetivo 11. Uno de sus principales compromisos es lograr un desarrollo urbano resiliente y ambientalmente sostenible.

A nivel del uso de la energía para el servicio de los edificios, una reducción en la demanda y consumo energético, implica una disminución de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. Esta reducción de energía, está directamente relacionada, con tres aspectos fundamentales: por un lado, el adecuado diseño del edificio a las condiciones climáticas y orográficas del lugar en que se ubica; por otro lado, es básico tener en consideración cuál es la composición de su envolvente térmica, con materiales y soluciones constructivas encaminadas a que la demanda energética sea la mínima posible; por último, la colocación de instalaciones eficientes y adecuadas en cada caso, logrará reducir al máximo el consumo energético.

Otro aspecto a considerar dentro de la sostenibilidad de un edificio, es el control del consumo del agua. Es deseable implementar sistemas de aprovechamiento, favoreciendo el uso racional del consumo y ayudando a gestionar este recurso renovable limitado.

Todos estos aspectos están ya integrados, y cada vez de una manera más importante, por las nuevas normativas de construcción para nuevos edificios. Sin embargo, el parque edificatorio actual se caracteriza por un gran porcentaje de edificios antiguos y contruidos al amparo de normativas hoy en día obsoletas. Por lo tanto, la mejora de la mayor parte del parque edificatorio pasa por su rehabilitación.

La realidad hasta la fecha es que, en la mayoría de los casos, una intervención de rehabilitación de cualquier edificio, requiere una inversión económica. Si se atiende a criterios estrictamente económicos, la única manera de recuperar la inversión es a través del ahorro alcanzado a nivel de consumo de energía y de agua. Con dicho ahorro, se puede llegar, en algunos casos, a amortizar la instalación. En otras ocasiones, la intervención solo interesaría a nivel medioambiental, no pudiendo competir económicamente las nuevas técnicas con las técnicas tradicionales. Ambos aspectos deben considerarse al analizar su viabilidad.

Dentro del parque edificatorio, se puede distinguir entre edificación privada y edificios de uso público. Estos últimos, desempeñan un papel ejemplarizante para poder realizar las nuevas tecnologías bioclimáticas, tal y como reflejan las Directivas Europeas “Energy Performance of Buildings” (EPBD). De hecho, los edificios de uso público, tienen periodos de cumplimiento de requisitos en materia de eficiencia energética, con plazos más cortos, que la edificación privada, dada su condición pública. Con ello se pretende reducir la demanda energética y la generación del consumo, a través de la mejora de las soluciones constructivas, factores relacionados con el diseño y aplicación de fuentes de energía renovable con bajo impacto medioambiental.

Por otro lado, el uso al que se destinan los edificios públicos, condiciona sus requisitos de funcionamiento. En este trabajo, se analiza un edificio de uso docente. Se trata del I.E.S Francisco Tárrega, situado en Vila-Real (Castellón). Es un edificio destinado a la enseñanza secundaria, bachillerato y módulos formativos. Se analizará su rehabilitación energética y su mejora en consumo de agua, teniendo en cuenta criterios de sostenibilidad.

3. METODOLOGÍA

El trabajo se va a estructurar desde el punto de vista del estudio de tres variables del edificio, analizadas cada una de ellas en tres fases, tal y como muestra la Figura 1.

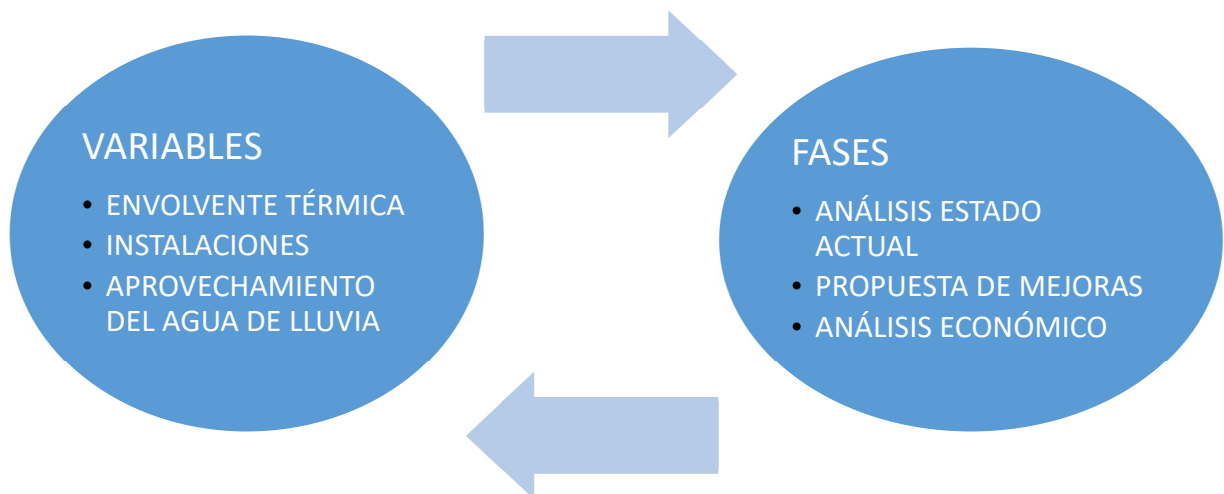


Figura 1. Estructura del trabajo

Se analizará el comportamiento energético del edificio a través de su envolvente térmica, de sus instalaciones y del consumo del agua. Para cada una de estas tres variables se llevará a cabo un estudio de su estado actual, de propuestas de mejoras desde el punto de vista energético y sostenible y se analizará el coste económico que pueden suponer las soluciones planteadas. La Tabla 1 muestra las herramientas y métodos empleados.

Tabla 1. Metodología

FASES	METODOLOGÍA
ANÁLISIS ESTADO ACTUAL DEL EDIFICIO	Toma de datos in situ
	Estado de proyecto y documentación
	Análisis normativo
PROPUESTA DE SOLUCIONES	Análisis bibliográfico
	Consulta de soluciones comerciales
	Matriz multi-criterio solución óptima
	Simulaciones software certificación energética
ANÁLISIS ECONÓMICO	Herramienta de confección de mediciones y presupuestos
	Consulta de bases de datos de precios

4. NORMATIVA APLICABLE

4.1 Normativa en la Unión Europea

Las primeras normas europeas específicas de comportamiento energético de edificios son las EPBD (del Consejo y Parlamentos Europeo sobre la Eficiencia Energética de los Edificios). Surgen en respuesta a los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kyoto (1997, entrada en vigor 2005), primer momento en el que hay un compromiso firme de reducir en un 5% las emisiones de Gases Efecto Invernadero a la atmósfera por parte de algunos países. Las sucesivas modificaciones y actualizaciones responden a los progresos hechos en estos acuerdos. En Europa, estas son las Directivas implicadas hasta la fecha,

teniendo en cuenta que deben ser renovadas cada 5 años (acuerdos de París, 2015):

- Directiva EPBD 2002/91/CE
- Directiva EPBD 2010/31/UE de 19 de mayo: deroga a la anterior
- Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética: complementa a la anterior.
- Directiva 2018/844 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018: modifica las dos anteriores.

En cuanto a la sostenibilidad del agua, existe una política europea relativa al agua, que tiene como objetivo principal lograr el uso sostenible de este recurso. Entre las normas aprobadas en este sector destacan:

- Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE), establece el concepto de planificación hidrológica.
- Directiva 2006/118/CE, fija medidas de evaluación del estado químico de las aguas.

No obstante, ninguna de estas normas establece requisitos relacionados con el consumo racional del agua en la edificación. Son las normas estatales las que establecen requisitos en este sentido, tal y como se puede ver en el siguiente apartado.

4.2 Normativa en España

Las normativas españolas están en consonancia con la transposición de las normativas europeas. En cuanto al comportamiento energético de los edificios, la normativa española los engloba en tres grupos: normas de construcción relacionadas básicamente con el ahorro energético, sobre normas básicas de instalaciones y sobre el procedimiento de certificación energética de edificios.

Consecuencia de la EPBD 2002/91/CE, en España se logra la transposición parcial (sólo afecta a nueva construcción), a través del Código Técnico de la Edificación, básicamente, aunque no exclusivamente, del documento de Ahorro Energético CTE-HE-2006. Además de la revisión del Reglamento de Instalaciones Térmicas RITE de 2007 y el procedimiento

de certificación energética, según RD47/07.

El CTE-2013 y el procedimiento de certificación energética del RD235/13, son consecuencia de las actualizaciones de la EPBD 2010/31/UE. En este punto la trasposición ya afectaba a toda la edificación (nueva edificación y existente).

Las últimas modificaciones y actualizaciones a nivel europeo, tienen su reflejo en las modificaciones del CTE, según Orden FOM/588/2017, de 15 de junio, por la que se modifican el Documento Básico DB-HE "Ahorro de energía" y el Documento Básico DB-HS "Salubridad", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por medio del Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre de 2019. Por su parte, el RD 564/17 modifica al RD 235/17, en lo referente al procedimiento de certificación energética. En los próximos años, la situación se prevé que se caracterizará por una revisión constante de la normativa hasta alcanzar un parque edificatorio que contribuya a una economía baja en emisiones de carbono, previsiblemente, cada vez más exigente.

En cuanto a las normativas en materia de gestión sostenible del agua se encuentran:

- El texto refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto Legislativo 1/2001). Regula el uso del agua y establece las normas básicas de protección de las aguas continentales, costeras y de transición.
- Real Decreto 1620/2007, por la que se desarrolla el régimen jurídico de la reutilización de las aguas de las depuradoras.
- Y en lo referente al agua que da servicio a los edificios, la referencia es el Decreto 134/2011, de 17 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan las instalaciones interiores de suministro de agua y de evacuación de aguas en los edificios. Los parámetros a cumplir, aparecen en el Código Técnico de la Edificación en su documento básico de Salubridad, en concreto en "HS4: Suministro de agua" y "HS5: Evacuación de aguas", se establecen criterios para un consumo y evacuación sostenible del agua. En este se prevé la instalación de depósitos de almacenamiento de aguas pluviales para determinados usos.

A nivel autonómico, en la Comunidad Valenciana destaca la Ley 7/1986, de 22 de diciembre, donde regula la utilización del agua para el riego, con medidas para estimular el ahorro y utilización racional de los regadíos.

A nivel municipal no existe ninguna normativa específica según nos informa el técnico del Ayuntamiento de Vila-Real. Sí existe, una comunidad de Regantes que se formó en 1986.

5. CASO DE ESTUDIO

5.1 Contexto: Municipio, Emplazamiento

El edificio sobre el que vamos a realizar el estudio se sitúa en Vila-Real, municipio de Castellón. (Figura 2. Plano de localización).

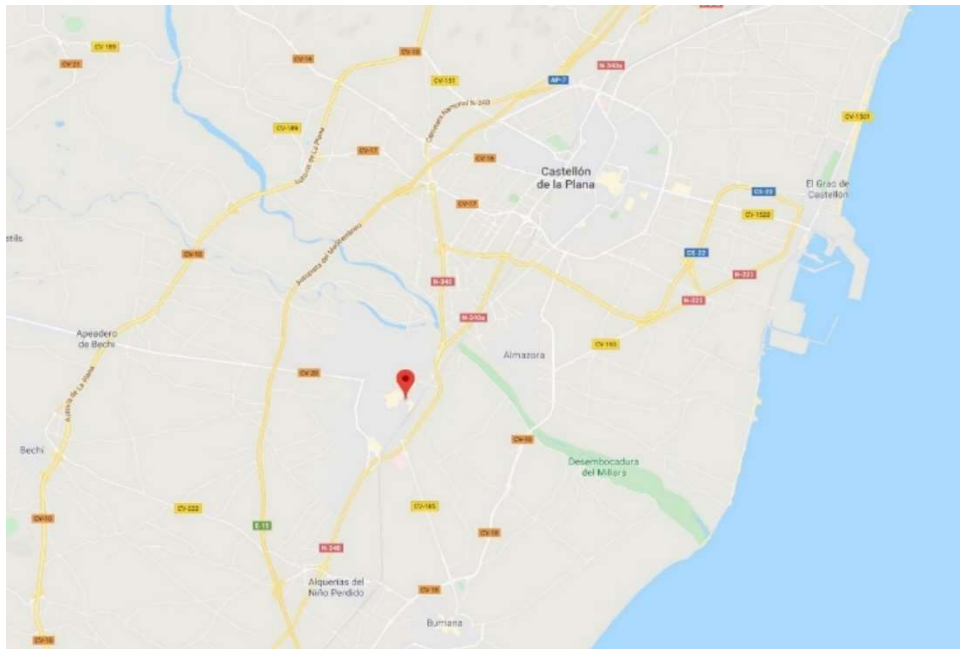


Figura 2. Plano de localización (Fuente: google maps accesible en link: <https://goo.gl/maps/bhUpZsYLCU41oTxF9>)

Se trata de un instituto público de educación secundaria llamado I.E.S Francesc Tárrega, localizado en la calle Ausias March nº 13. (Figura 3. Plano de emplazamiento)

Coordenadas GPS: 39.93781969667; -0.095606466151911



Figura 3. Plano de emplazamiento (Fuente: google maps accesible en link:
<https://goo.gl/maps/3UdCTrmAWLymhteY6>)

Vila-Real es una localidad situada al suroeste de la provincia de Castellón, en la comarca de la Plana Baja. Se trata del segundo municipio con más población de la provincia de Castellón. Hasta la primera mitad del siglo XX, la economía se basaba en la agricultura con una potente industria de cítricos. Sin embargo, en la década de los 60, en el municipio se fue desarrollando una importante industria cerámica, que poco a poco se ha convertido en uno de los centros azulejeros más importantes de España con exportación a otros países.

Vila-Real Cuenta con una población de 50.577 habitantes según el INE de 2018, con una densidad de población de 913,17 hab/km².

Con respecto a las dotaciones educacionales, dispone de 5 institutos de enseñanza secundaria y 13 centros de enseñanza primaria.

Dentro de los 5 institutos, el I.E.S Francisco Tárrega, seleccionado como caso de estudio, es uno de los que cuenta con mayor oferta educativa y por tanto reúne a un número elevado de alumnos. Cuenta con los cuatro cursos del ciclo de la E.S.O, tres opciones de bachillerato, el bachillerato de Humanidades, el bachillerato de Ciencias Sociales y el bachillerato de Ciencias, en dos turnos, uno diurno (mañanas) y otro nocturno (tardes). Se imparten dos grados medios, el de Peluquería y el de Estética y Belleza y cuenta con un grado superior de Estética y Bienestar. Además, es sede de la Escuela Oficial de Idiomas. A continuación, se muestra en la tabla 2 los datos de los usuarios del centro y en la tabla 3 las características generales del mismo.

Tabla 2. Usuarios.

USUARIOS	
Usuarios alumnos	1.299
Usuarios profesores	109
Usuarios otro personal	13
Usuarios totales	1421 personas

Tabla 3. Características generales del edificio

CARACTERÍSTICAS	
Tipo de edificio	Bloque aislado
Superficie	10.434 m ²
Uso principal	Educacional
Plantas	3

5.2 Edificio: Memoria descriptiva

El edificio responde a la tipología de edificio en bloque abierto sobre parcela propia, rodeado de zonas verdes, zonas pavimentadas de acceso y zonas deportivas. La parcela donde se ubica tiene forma trapezoidal y limita por uno de sus lindes con la acequia de riego que cruza el municipio (Figura 4. Plano Catastral). El edificio se sitúa paralelo a la calle de situación, Ausias March retranqueado de la línea de fachada. Este espacio corresponde con otra zona de jardín arbolada.

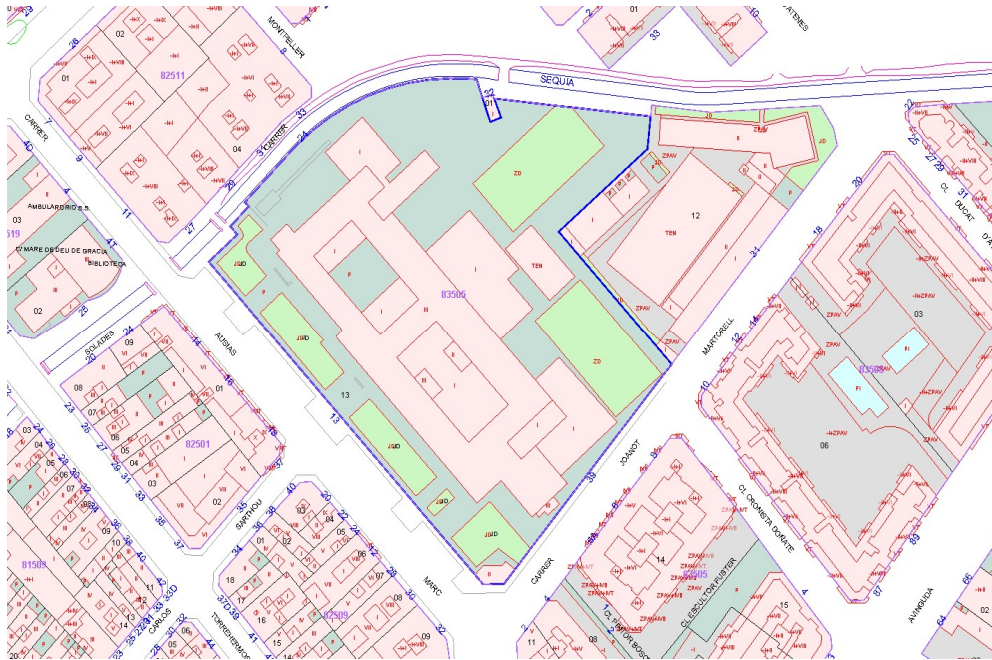


Figura 4. Plano catastral (Fuente: Oficina Virtual del Catastro)

El instituto se construyó en el año 1966. En el año 2001 se llevó a cabo la ampliación de una zona del instituto para dotar al mismo de aulas para impartir formación profesional.

El edificio está constituido por una planta baja y dos plantas altas. La planta baja por la que se accede al edificio, se desarrolla en tres zonas, una zona destinada a la formación profesional, una zona de secretaria (despachos, sala de usos múltiples y biblioteca) y otra zona destinada a la cafetería y zonas de gimnasio. Estas tres zonas se encuentran separadas. Se conectan a través de pasos exteriores porticados sobre los que se desarrollan las aulas de la planta primera y segunda. Las plantas primera y segunda disponen de la misma superficie y están destinadas a aularios y laboratorios.

El edificio tiene forma rectangular y dispone de dos patios interiores ajardinados, tal y como se muestra en las siguientes Figuras 5-9.



Figura 5. Puerta de entrada principal al instituto



Figura 6. Vista exterior. Fachada principal



Figura 7. Vista exterior. Patio interior



Figura 8. Vista exterior. Fachada del edificio



Figura 9. Vista exterior. Fachada posterior

Las Figuras 10-13 muestran los principales alzados:



Figura 10. Alzado principal (Fuente: proyecto)

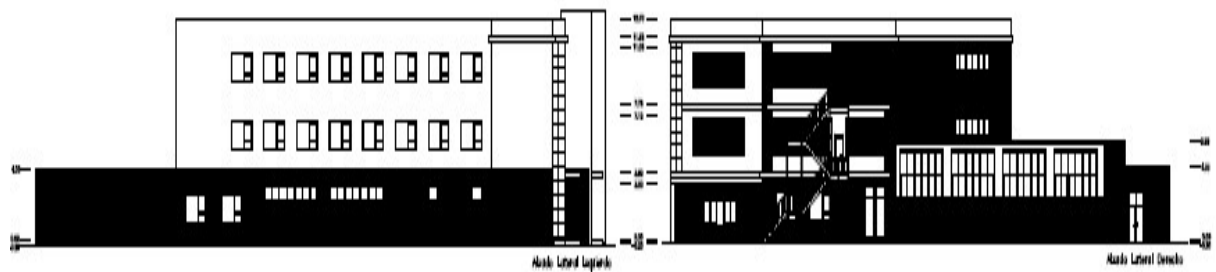


Figura 11. Alzado lateral izdo (Fuente: proyecto)

Figura 12. Alzado lateral dcho (Fuente: proyecto)

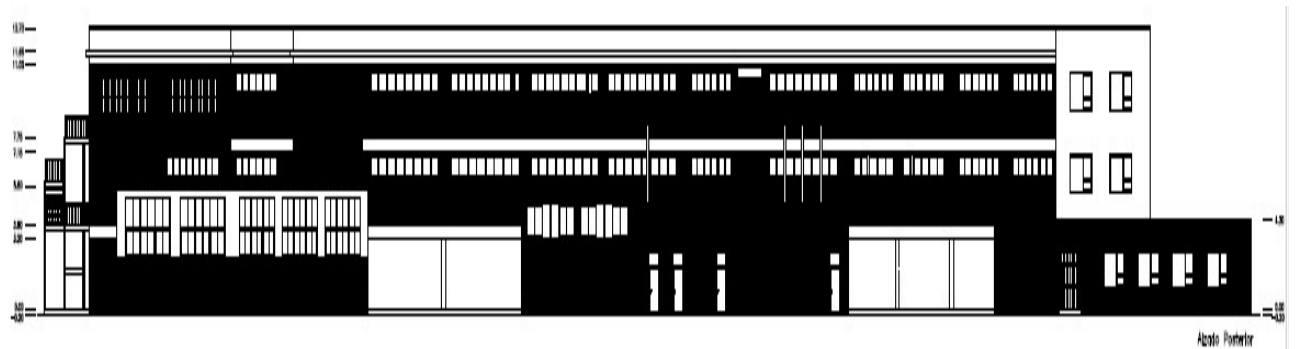


Figura 13. Alzado Posterior (Fuente: proyecto)

En la Tabla 4 se muestra el detalle de las estancias por plantas:

Tabla 4. Distribución por plantas

PLANTA		ESTANCIAS
PB	Zona de FP	<ul style="list-style-type: none"> - Entrada - 2 Almacenes - 2 Aseos - Taller peluquería - 2 Vestuarios - Taller de estética - Sala tutoría - Taller de Caracterización - 3 Aula polivalente
	Zona de secretaria	<ul style="list-style-type: none"> - Entrada - Conserjería-reprografía - Secretaría - Departamento de Secretaría - Archivo - 2 Salas - Sala de profesores - 5 Despachos - Sala de limpieza - Almacén - Aseos - Sala de usos múltiples - Cuarto de Instalaciones - Biblioteca
	Zona de Gimnasio	<ul style="list-style-type: none"> - Entrada - Sala Gimnasio - 3 Aseos - 2 Vestuarios - Cafetería - Cocina - Almacén
P1		<ul style="list-style-type: none"> - 12 Aulas de ESO - 2 Aseo - 7 Seminarios - 2 Laboratorios

		<ul style="list-style-type: none"> - Asociación de alumnos - 2 Aulas taller - 3 Aulas de informática - 2 Almacén
P2		<ul style="list-style-type: none"> - 11 Aulas de ESO - 2 Aseos - Sala de Plástica - 3 Seminario - Sala adaptación curricular - 6 Aulas de Bachillerato - Sala de dibujo - 2 Salas de música - Almacén - Seminario de música

Las Figuras 14-16 muestran los planos de distribución de las distintas plantas:

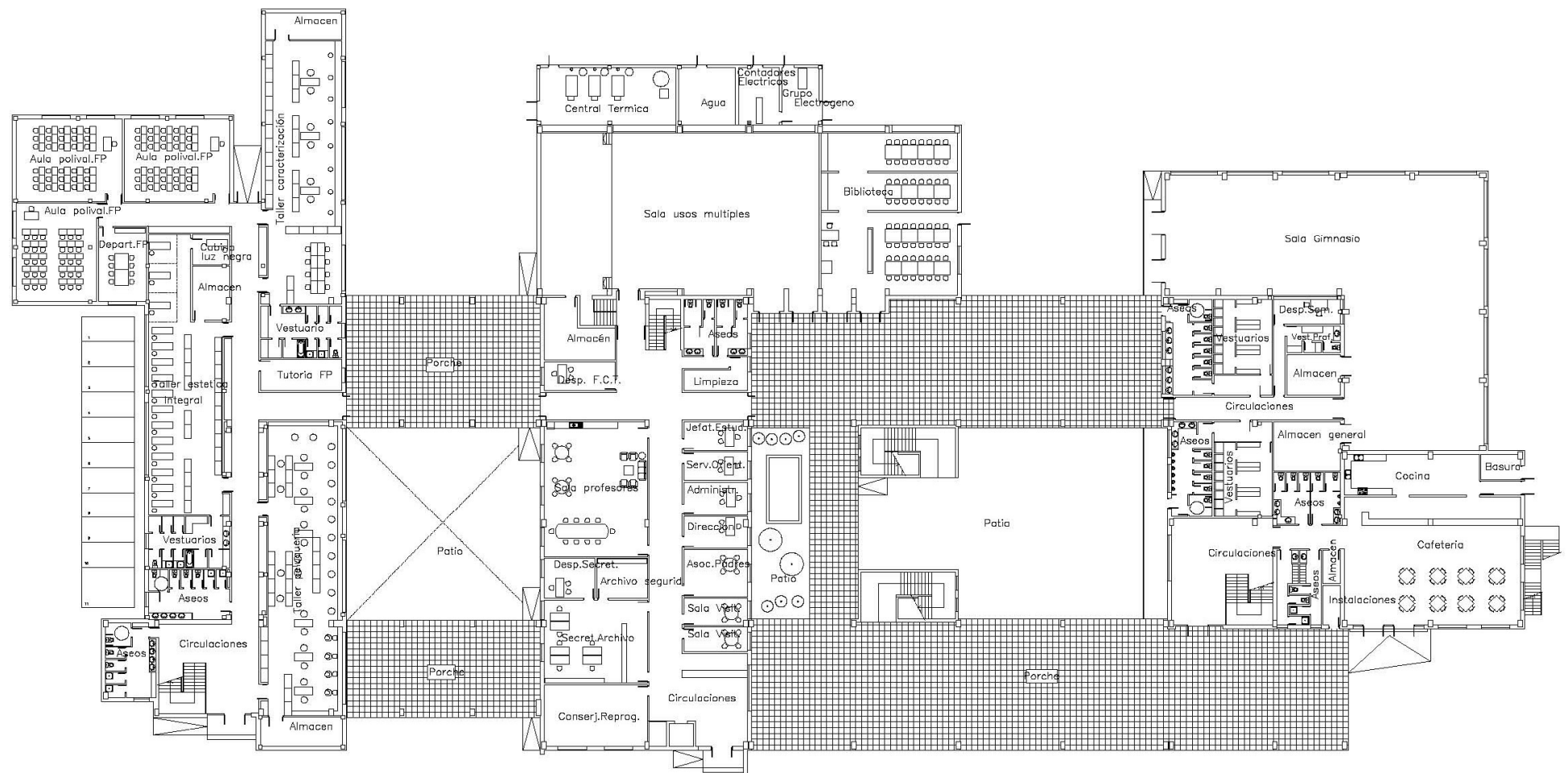


Figura 14. Plano de distribución Planta Baja (Fuente: proyecto)

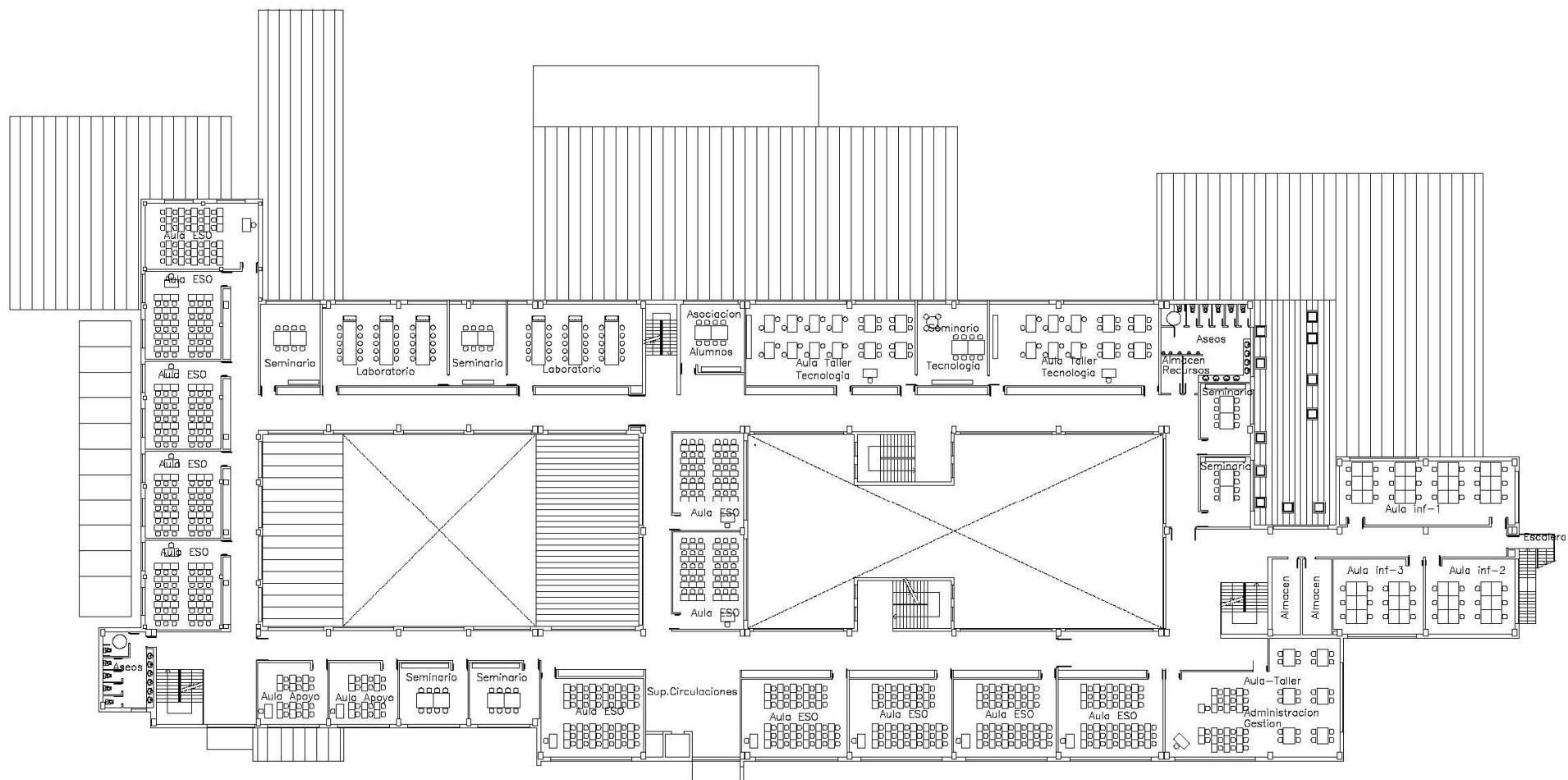


Figura 15. Plano de distribución Planta 1ª (Fuente: proyecto)

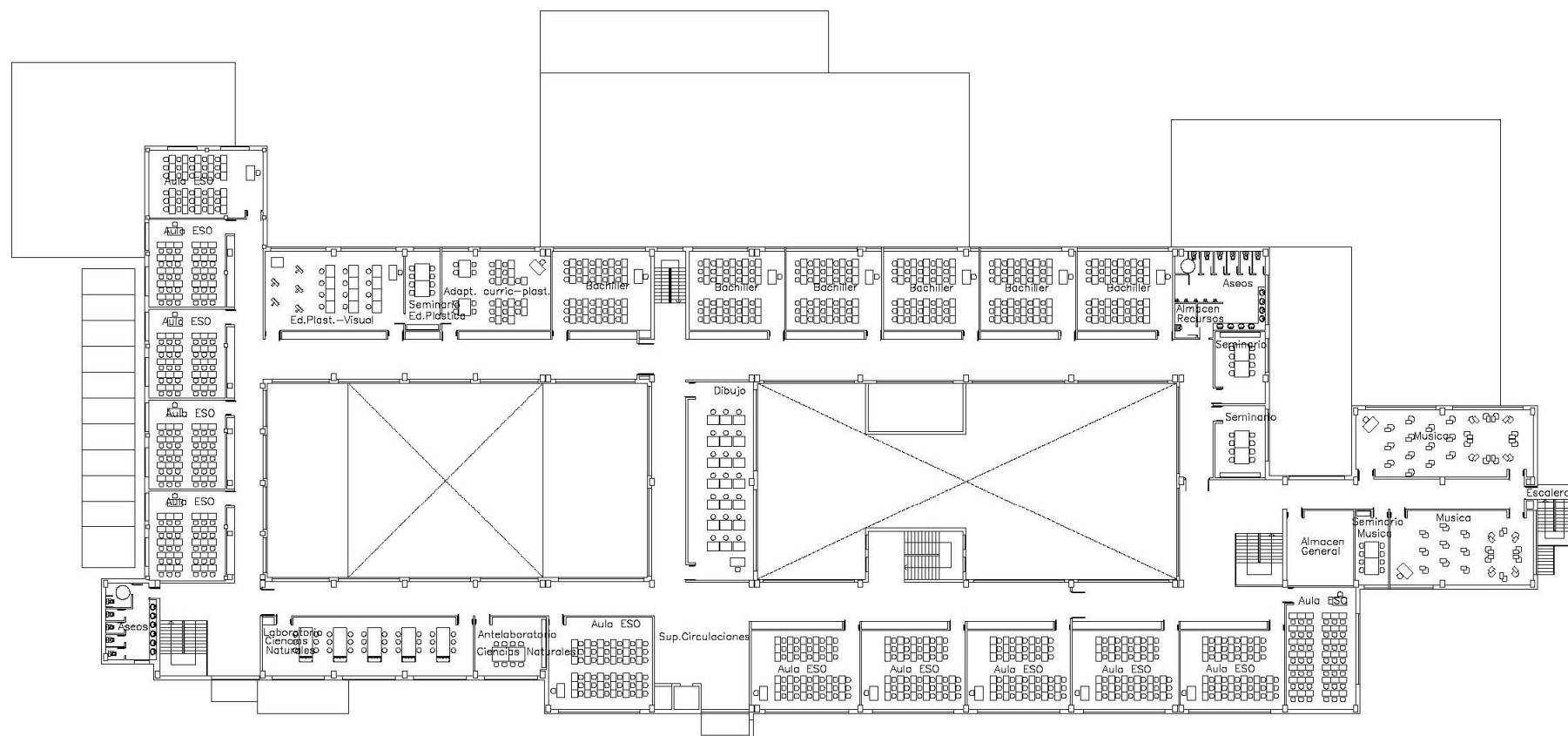


Figura 16. Plano de distribución Planta 2ª (Fuente: proyecto)

6. ENVOLVENTE TÉRMICA

6.1 ESTADO ACTUAL

A nivel constructivo, el edificio cuenta con una estructura de pórticos de hormigón armado y forjado unidireccional. Los cerramientos exteriores están constituidos por una hoja exterior de fábrica de ladrillo cara vista 24 x 11,5 x 5 cm, enfoscado interior con mortero hidrófugo, aislamiento interior de 5 cm y trasdós de ladrillo hueco doble de 7 cm. Existen zonas exteriores de la fachada acabadas con hoja exterior de ladrillo hueco triple enfoscado y maestreado exteriormente, según se muestra en las figuras 17-18.



Figura 17. Fachada enfoscada pintada



Figura 18. Fachada ladrillo cara vista

La tabiquería de división interior se realiza con tabique de ladrillo hueco doble de 7 cm para zona de vestuarios y aseos, fábrica de ladrillo panal de $\frac{1}{2}$ pie de 24 x 11,5 x 9 cm para divisiones del recinto y almacenes y tabicón de ladrillo hueco triple de 11 cm para divisiones interiores de espacios docentes y administrativos.

Existen diferentes acabados tanto de pavimentos como de revestimientos interiores, dependiendo de la estancia donde nos encontremos. Como pavimentos, el edificio cuenta con solera de hormigón en la zona posterior del edificio destinada a pistas deportivas, pavimento de terrazo de 50 x 50 cm de grano medio en el interior para zona de aularios y pasillos, pavimento de gres monococción 30 x 30 cm en aseos, vestuarios, y pavimento de terrazo 30 x 30 cm garbancillo en porches exteriores.

Como revestimientos interiores, el edificio dispone de varios tipos, trasdosado con panel de cartón-yeso tras fachadas existentes, zócalo de azulejo 20 x20 con molduras en circulaciones y espacios docentes, azulejo de pasta roja de 20 x 20 en aseos, vestuarios y cocina, madera de haya en zócalo de sala proyecciones y sala usos múltiples, panel acústico en techo sala usos múltiples y para el resto de pavimentos verticales será enlucido de yeso y pintura plástica lisa. En las figuras 19-24 se muestran imágenes de los diferentes tipos de acabados.



Figura 19. Revestimiento interior de un aula



Figura 20. Revestimiento interior zona de paso



Figura 21. Revestimiento de aseos



Figura 22. Revestimiento sala de usos múltiples



Figura 23. Pavimento zona exterior



Figura 24. Pavimento zona exterior deportiva

A continuación, se muestran en la figura 25 un detalle constructivo del trasdosado de fachada y en la figura 26 se muestra una sección constructiva.

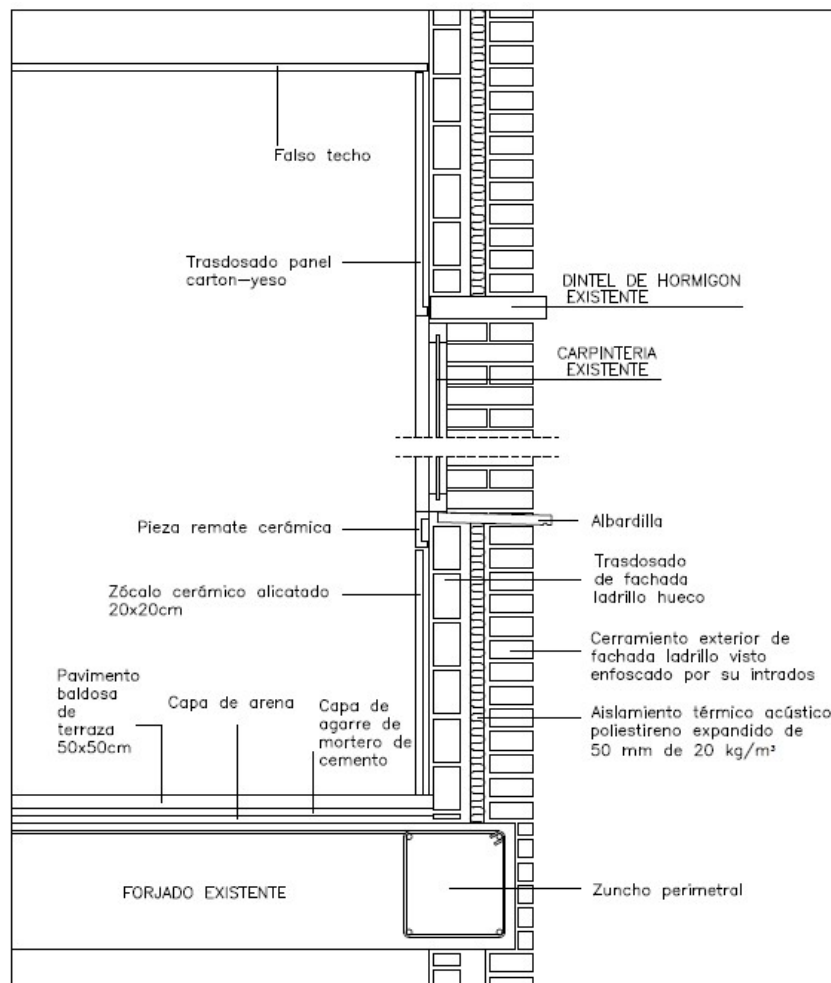
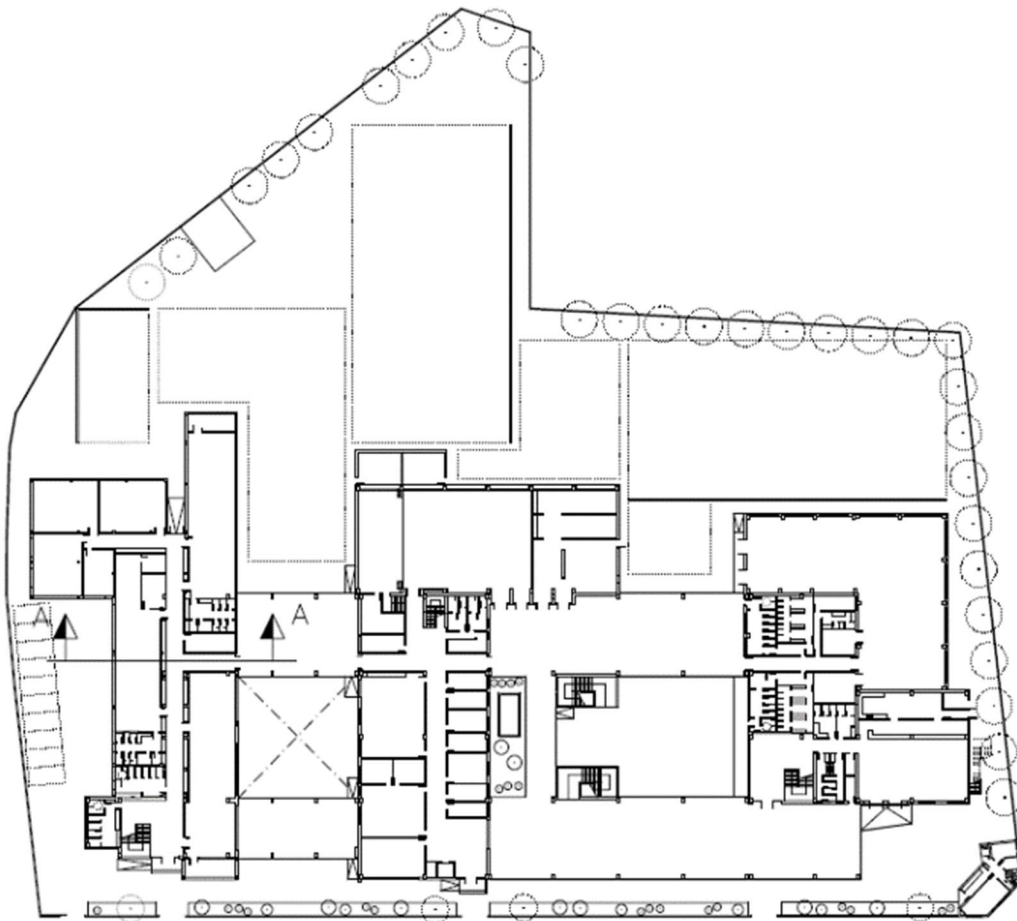


Figura 25. Detalle constructivo del detalle del trasdosado de fachada

LEYENDA

1. ALBARDILLA PIEDRA ULLDECONA e:2cm.
2. TABIQUE LADRILLO HUECO DOBLE.
3. FORJADO RETICULAR.
4. FALSO TECHO.
5. PAVIMENTO BALDOSA TERRAZO 50x50cm.
6. CAPA DE ARENA.
7. CAPA DE AGARRE DE MORTERO DE CEMENTO.
8. RODAPIE DE TERRAZO.
9. TRASDOSADO DE FACHADA LADRILLO HUECO.
10. CARPINTERIA ALUMINIO CON ACRISTALAMIENTO DE VIDRIO CON CAMARA DESHIDRATADA 4+6+4 mm.
11. TRASDOSADO DE FACHADA LADRILLO HUECO DOBLE.
12. PLACA MACHIEMBRADA DE POLIESTIRENO EXTRUIDO DE 50 mm.
13. LAMINA ASFALTICA POLIMERICA DE 4 Kg/m².
14. FORMACION PENDIENTE CUBIERTA DE HORMIGON CELULAR 2% MINIMO.
15. BARRERA VAPOR OXIASFALTO.
16. CAPA DE 7 cm DE ESPESOR DE CANTO RODADO Ø16 A Ø32.
17. SOLERA HOMIGON CON MALLAZO 150x150x5mm.
DE 15 cm. DE ESPESOR, SOBRE LECHO DE ARENA LAVADA Y LAMINA DE POLIETILENO.
18. CAPA DE ZAHORRAS NATURALES ESPESOR 25 cm.
19. ZUNCHO PERIMETRAL.
20. AISLAMIENTO TERMICO ACUSTICO POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 50 mm. DE 20Kg/m³.
21. DINTEL PLATABANDA NERVADA e:10 mm.
22. CERRAMIENTO EXTERIOR DE FACHADA DE LADRILLO HUECO DOBLE ENFOSCADO A DOS CARAS.
23. CERRAMIENTO EXTERIOR DE FACHADA DE LADRILLO VISTO ENFOSCADO EN SU INTRADOS.
24. TRASDOSADO PANEL CARTON YESO.
25. PIEZA REMATE CERAMICA.
26. ZOCALO CERAMICO ALCATADO 20x20 cm.
27. BARRERA ANTIHUMEDAD LAMINA ASFALTICA POLIMERICA.



Sección AA'

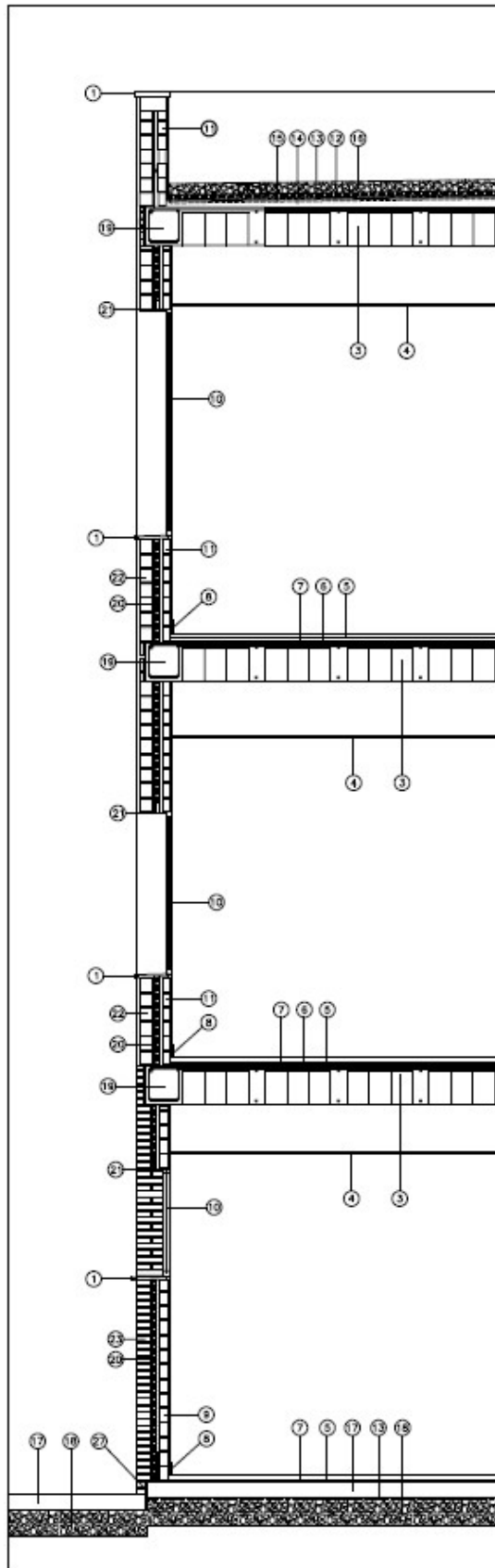


Figura 26. Sección constructiva AA'

La planta cubierta es plana transitable realizada con baldosín catalán en su mayoría. Este tipo de cubierta es la que recubre la mayor parte del edificio. Para la remodelación que se llevó a cabo como ampliación del centro, se dispuso de una cubierta plana no transitable con acabado de grava. La cubrición de la zona deportiva y los cuartos de instalaciones situados en la parte posterior al edificio principal junto a las pistas deportivas, se ha solucionado con una cubierta inclinada a dos aguas con chapa metálica, según se muestran en las imágenes de las figuras 27-28.



Figura 27. Detalle de cubierta inclinada



Figura 28. Cubiertas plana Baldosín catalán

La carpintería exterior del edificio se encuentra realizada con carpintería corredera de aluminio con vidrio doble tipo climalit, según detalle que se muestra en las figuras 29-30.

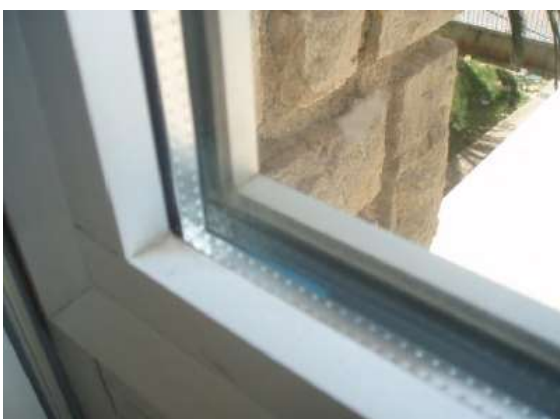


Figura 29. Detalle de carpintería exterior



Figura 30. Detalle carpintería exterior

La fachada principal del edificio tiene orientación sur y los ventanales cuentan con lamas verticales de protección. La fachada posterior cuenta con ventanas de dimensiones más reducidas y no disponen de sistemas de protección, según se muestran en las figuras 31-33.



Figura 31. Fachada sur. Protecciones verticales



Figura 32. Fachada norte sin protecciones



Figura 33. Lamas verticales de protección solar para ventanas que tienen orientación sur, este y oeste

6.2 PROPUESTA DE SOLUCIONES DE MEJORA EN LA ENVOLVENTE TÉRMICA

A nivel de la envolvente térmica, se propone como medida de mejora y unificación para toda la envolvente térmica del edificio, la rehabilitación de las fachadas con un sistema SATE (sistema de aislamiento térmico por el exterior) o en ingles ETICS (external thermal insulation composite systems) consiste en la colocación en la cara externa de la fachada, planchas de aislamiento térmico adherido al muro.

Se ha elegido este sistema por ser un sistema integral de fachadas, que confiere al edificio un mayor aislamiento térmico, con lo que mejora su demanda de energía, mejora el aspecto estético de la fachada, unificando todas las zonas de fachada (existen zonas con acabado enfoscado pintado, otras zonas con ladrillo visto y todas las zonas de forjado se encuentran enfoscadas) y es un sistema de una colocación sencilla y asequible para cualquier tipo de fachada. Con el SATE aseguramos la mejor transmitancia térmica de las paredes y la desaparición de los puentes térmicos, con lo que se reduce la demanda energética, existiendo un equilibrio entre las calorías existentes, aportadas y consumidas. Es una solución simple y eficaz para cumplir con los estándares de eficiencia energética.

Gracias al aislante térmico, se impide que el calor se disipe al exterior con lo que se ahorra en el consumo de combustibles (y sus emisiones contaminantes) entre el 40 % y el 60 % y se reducen los puentes térmicos, como se puede ver en el gráfico de la figura 34.

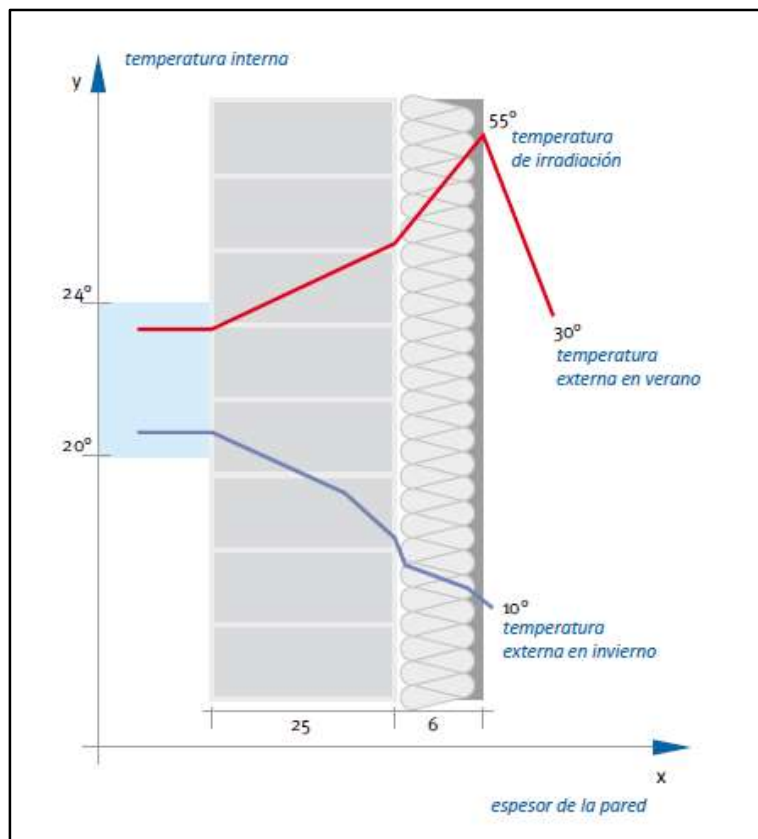


Figura 34. Gráfico de temperaturas (Fuente: Catálogo Termo K8)

El sistema reduce el riesgo de condensaciones. Es impermeable al agua y permeable al vapor de agua. Además, puede mejorar el comportamiento acústico del edificio.

El esquema básico del sistema SATE según se muestra en la figura 35, se compone de una fijación, un aislamiento, una capa base de armadura (mortero de armadura + malla de fibra de vidrio) y una capa de acabado.

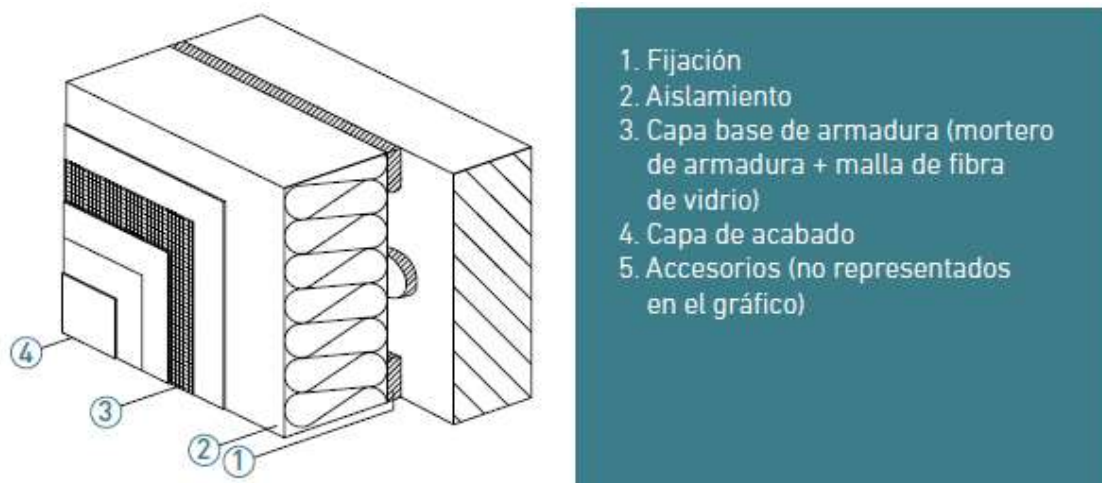


Figura 35. Esquema Básico de sistema SATE (Fuente: Guía del IDAE)

La fijación habitual suele realizarse mediante adhesivos y fijación mecánica. Los paneles más habituales están realizados mediante poliestireno expandido siendo cada vez más habituales las planchas de lana mineral. El aislante se protege con un revestimiento constituido por una o varias capas protección, una de las cuales lleva una malla como refuerzo. El revestimiento exterior se aplica directamente sobre el panel aislante.

Se propone el modelo comercial del grupo IVAS, el sistema TermoK8* HP, para poder definir exactamente las características térmicas de esta solución. Se trata de una solución de altas prestaciones térmicas combinado con espesores reducidos (6cm) y rapidez de colocación. El aislamiento que se utiliza es EPS 30HP, poliestireno expandido con una conductividad térmica de $\lambda = 0,030 \text{ W/mK}$.

6.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se ha consultado los precios de la solución constructiva y se ha realizado un pequeño presupuesto para la colocación del sistema SATE TermoK8* HP para toda la fachada del Instituto. La superficie de fachadas es de aproximadamente 5.665,11 m² y el coste del sistema incluyendo materiales y colocación es de 54,23 €/m². El coste total de la rehabilitación ascendería a un precio de **307.218,64 €** (Véase presupuesto adjunto).

Según la simulación energética realizada a través del programa C3X, nos arroja una serie de datos donde observamos cómo mejorando la envolvente térmica del edificio por el exterior, se mejora considerablemente la demanda de calefacción y por tanto la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera.

Con esta mejora, los resultados para el cálculo de la calificación energética del edificio serían los que se muestran en la tabla 5:

Tabla 5. Comparativa entre la certificación existente y con la medida de mejora.

	CASO BASE	MEDIDA DE MEJORA	AHORRO
Demanda de calefacción	27.8 KW/m ² año (G)	9.7 KW/m ² año (C)	65.2%
Demanda de refrigeración	16.6 KW/m ² año (C)	22.1 KW H/m ² año (C)	- 33.2%
Emisiones de calefacción	9.0 kg CO ₂ /m ² año (F)	3.1 kg CO ₂ /m ² año (B)	65.2%
Emisiones de refrigeración	2,7 kg CO ₂ /m ² año (B)	3.6 kg CO ₂ /m ² año (C)	- 33.2%
Emisiones de ACS	0,5 kg CO ₂ /m ² año (G)	0.5 kg CO ₂ /m ² año (G)	0.0%
Emisiones de iluminación	6.2 kg CO ₂ /m ² año (C)	6.2 kg CO ₂ /m ² año (C)	0.0%
CONSUMO DE ENERGIA	97.6 kg CO ₂ /m ² año (D)	75.29 kg CO ₂ /m ² año (C)	22,86%
EMISIONES GLOBALES	18.4 kg CO₂/m² año (D)	13.48 kg CO₂/m² año (C)	26.8%

Según la tabla anterior se observa que las emisiones de dióxido de carbono se han mejorado en un 26,8 % global, debido sobre todo al ahorro en la demanda de calefacción en torno al 65% que hace que se emitan casi un 65 % menos de dióxido de carbono a la atmósfera.

Se estudia la amortización de la instalación teniendo en cuenta el ahorro en la demanda de calefacción. Para ello se estima que el consumo de gas natural en KWh es de 246.353,04 KWh (dato obtenido de multiplicar la demanda de calefacción por metro cuadrado que arroja el programa 27,8 KWh/m² por el total de superficie del edificio 8.861,62 m²). Según información facilitada por Instituto, la empresa suministradora es Gas Natural Fenosa. Nos han aportado el consumo de gas natural del año 2014, y para ese año el consumo de gas natural ascendería a 197.995 KWh. Este dato es coherente con el cálculo estimado, teniendo en cuenta que el valor obtenido con el software, es un valor de simulación. La diferencia entre ambos valores constituye el GAP energético. El precio del gas natural es de 0,065 €/kWh. El coste anual de la calefacción asumiendo el valor medio estimado por la simulación, que podría variar entre un año y otro, es de 16.012,95 €.

El ahorro anual en demanda de calefacción es del 65%, lo que hace tener un ahorro de 10.408,42 € al año.

Para determinar el retorno de la inversión se calcula el VAN (con un aumento del precio de la energía del 6% y un coste de oportunidad del 3%), para la inversión en mejora de la envolvente térmica.

El periodo teórico de retorno de la inversión sería aproximadamente de 38 años.

6.4 CONCLUSIONES RESPECTO A LA PROPUESTA DE MEJORA DE LA ENVOLVENTE TÉRMICA

Un periodo de 38 años para amortizar la inversión inicial se puede considerar demasiado largo si solo se tiene en cuenta la rentabilidad económica. No obstante, la rehabilitación energética tiene como objetivo reducir el consumo de energía y de sus emisiones de CO₂ y mejorar el confort interior, reduciéndose así las horas de discomfort, con lo cual mejora la calidad térmica del interior. En estos aspectos, realizar la mejora de la envolvente térmica con un sistema de aislamiento por el exterior, sí que ha logrado dichos objetivos. Se ha reducido la demanda energética y se ha contribuido a reducir las emisiones en un

27 %. Otro aspecto como el estético se mejora, obteniéndose una renovación del edificio, que le confiere una mayor vida útil a nivel de fachada. Además, la combinación de esta con otras medidas puede llegar a obtener retornos más interesantes, como se verá en los siguientes apartados.

Este estudio, lo que nos lleva también a plantearnos, es la necesidad de construir de manera más eficiente, ya que, el coste en obra de una buena solución constructiva puede reducir el coste del sistema en más de un 50 %, rentabilizando el aumento inicial del coste de la obra, en una amortización a un periodo más corto de tiempo. Y así, se puede unificar las ventajas energéticas y económicas. La envolvente térmica, junto con los factores que dependen del diseño, son la base para tener edificios con bajas demandas energéticas y que, por lo tanto, requerirán menos consumo de energía para obtener condiciones de bienestar.

7. INSTALACIONES

7.1 ESTADO ACTUAL

El instituto dispone de una serie de instalaciones para dotar al edificio de las condiciones de confort necesarias para el desarrollo de la actividad docente. Para ello el instituto cuenta con un cuarto de instalaciones donde se centralizan las instalaciones principales para la generación de calefacción y para el suministro de agua, así como los sistemas de protección contra incendios.

La climatización del instituto consiste en un sistema de calefacción centralizado y un sistema descentralizado de refrigeración. La producción de calefacción se realiza mediante dos calderas alimentadas con gas natural con dos quemadores y cinco circuitos, según se muestra en la figura 36.



Figura 36. Calderas de calefacción

La calefacción se encuentra sectorizada en 6 zonas, que se pueden controlar independientemente, ya que cada una dispone de su bomba de recirculación. Una de las zonas normalmente está desconectada, se trata del salón de actos. En la figura 37 se muestra una fotografía de los 6 circuitos de recirculación y dos circuitos correspondientes a los circuitos contra incendios.



Figura 37. Bombas de recirculación

En la tabla 6 se muestran las características de las calderas de calefacción.

Tabla 6. Características de la caldera de calefacción

MARCA	Roca	POTENCIA NOMINAL	290 KW
UNIDADES	2	RENDIMIENTO	92 %
MODELO	CPA 290	USO	Calefacción

La distribución de calefacción se realiza mediante radiadores distribuidos por el centro y mediante un sistema de distribución de aire por conductos en la zona del salón de actos. Existen dos tipologías de radiadores unos de función y otros más modernos de aluminio (En las figuras 38-39 se muestran las imágenes de los tipos de radiadores existentes). Todos los radiadores disponen de una válvula manual para el paso del agua, sin ningún tipo de válvula que facilite su regulación por parte del usuario. La unidad generadora de calefacción en el salón de actos se realiza mediante un sistema consistente en la impulsión de aire caliente a través de un intercambiador de calor. El aire es calentado por medio de agua caliente procedente de las calderas de gas natural.



Figura 38. Radiador de aluminio



Figura 39. Radiador de fundición

El control de la calefacción se realiza mediante termostatos situados en las diferentes zonas de los circuitos de calefacción del Instituto. Las temperaturas de consigna para cada una de las zonas a unos 20°C aproximadamente.

En cuanto a la producción de frío, existen varios equipos de climatización frío-calor individual tipo Split, según se observa en las figuras 40-41. Dichos equipos se sitúan en el despacho de dirección, en la jefatura de estudio y en secretaría. El control de estos equipos se realiza de manera independiente en cada una de las estancias y por parte del

usuario y la temperatura a la que se programa suele ser de 26 °C.



Figura 40. Split situado en la sala del Jefe de Estudios



Figura 41. Split en la sala de secretaría

La producción de agua caliente sanitaria se obtiene mediante un termo acumulador de agua mediante gas natural. Este termo acumulador genera agua caliente a 50°C que, mediante una bomba de recirculación, mantiene la temperatura en las duchas de los vestuarios y los lavacabezas del taller de peluquería. Dispone de un reloj programador que desconecta el sistema de agua caliente a partir de las 15 h y hasta las 7h del día siguiente, así como los fines de semanas y vacaciones.

En la tabla 7 se muestran los datos técnicos del termo acumulador.

Tabla 7. Datos técnicos termo acumulador

MARCA	Fleck-Protech	POTENCIA NOMINAL	67 KW
MODELO	NHRE-60	RENDIMIENTO	85 %
CAPACIDAD	350 litros	USO	Producción de ACS

A continuación, se muestran en las figuras 42-43 imágenes del termo acumulador.



Figura 42. Termo acumulador



Figura 43. Bomba recirculación de ACS

También existe un termo eléctrico para generación de agua caliente sanitaria, en el taller de peluquería (figura 44). La tabla 8 muestra sus características técnicas.



Figura 44. Termo eléctrico

Tabla 8. Datos técnicos termo eléctrico

MARCA	Aristón
MODELO	50 L
CAPACIDAD	50 litros
POTENCIA NOMINAL	1500 w
USO	Producción de ACS

La iluminación del edificio se realiza mayoritariamente mediante fluorescentes para aulas, despachos y pasillos y lámparas de bajo consumo tipo *downlight* y halógenos para el salón de actos. En la zona del gimnasio se utiliza halógenos metálicos.

A continuación, se muestran en las figuras 45-50 los tipos de lámparas existentes en el instituto.

Lámparas fluorescentes instaladas principalmente en aulas, laboratorios, talleres, despachos y pasillos. Estas lámparas cuentan con balastos electrónicos y tienen 36 W de potencia.



Figura 45. Lámpara fluorescente (1 x 36 W)



Figura 46. Lámpara fluorescente (2x36W)

Lámparas de bajo consumo situadas en el salón de actos y cantina. Estas lámparas son de 26 W.



Figura 47. Lámpara de bajo consumo (2 x 26 W)



Figura 48. Lámpara de bajo consumo (2 x 26 W)

Lámparas halógenas instaladas en el techo de la barra de la cantina y el escenario del salón de actos y lámparas de halogenuros metálicos instaladas en el Gimnasio.



Figura 49. Lámpara halógena (2 x 50 W)



Figura 50. Lámpara de halogenuros metálicos (1 x 400 W)

A continuación, se muestra en las tablas 9-10, un resumen de las unidades y potencias del inventario de las luminarias existentes en el edificio, en las diferentes plantas y estancias según datos obtenidos del proyecto aportado:

Tabla 9. Inventario de Luminarias

ZONA	FLUORESCENTES (2 x 36 W)	DOWLIGHT (2 x 26 W)	HALÓGENOS (1 x 50 W)	HALOGENUROS (1 x 400 W)
Aulas, Despachos, Pasillos	913 ud			
Salón de actos	3 ud	48 ud	24 ud	
Gimnasio	27 ud			5 ud
Cantina	2 ud	30 ud	11 ud	
TOTALES	945 ud	78 ud	35 ud	5 ud

Tabla 10. Potencia de Luminarias

ZONA	FLUORESCENTES (2 x 36 W)	DOWLIGHT (2 x 26 W)	HALÓGENOS (1 x 50 W)	HALOGENUROS (1 x 400 W)
Aulas, Despachos, Pasillos	66.096 W			
Salón de actos	216 W	2.496 W	1.200 W	
Gimnasio	1.944 W			2.000 W
Cantina	144 W	1.560 W	550 W	
TOTALES	68.400 W	4.056 W	1.750 W	2.000 W

7.2 PROPUESTA DE SOLUCIONES DE MEJORA EN LAS INSTALACIONES

A nivel de instalaciones, se proponen dos medidas de mejora. Una medida consistente en la sustitución de las calderas actuales de gas natural para la demanda de calefacción, por otras dos calderas de similares características, pero alimentada por biomasa no densificada (astillas). Además, aprovechamos la caldera de biomasa para generar ACS, sustituyendo el termo acumulador actual de ACS mediante gas natural.

La segunda medida de mejora de las instalaciones consistirá en el cambio de las luminarias fluorescentes, tipo T8 de 36 W por otras lámparas tipo LED de última generación de 14,5 W.

7.2.1 Sustitución de las calderas existentes de gas natural por otras calderas alimentadas por biomasa para la demanda de calefacción y generación de ACS.

A pesar de que las calderas actuales de gas natural se encuentran en buen estado y el gas natural no es uno de los combustibles más contaminantes, se ha propuesto cambiar estas calderas por otras calderas cuyo combustible principal se realice a partir de una energía renovable limpia, con un balance casi nulo de CO₂ y que ayuda a reducir el peligro de incendios forestales. La biomasa forestal residual.

La Directiva 2009/28/EC del Parlamento Europeo define la biomasa como «la fracción biodegradable de los productos, residuos y productos elaborados a partir de residuos provenientes de la agricultura, incluidas las sustancias de origen animal y vegetal, de la actividad forestal y de las industrias relacionadas con estos sectores [...]»

La biomasa es toda materia orgánica, tanto de origen vegetal como de origen animal, que puede usarse para generar energía. Dado su origen vegetal, en el proceso de combustión para producir energía, el CO₂ liberado a la atmosfera se puede considerar neutro, a diferencia de los combustibles fósiles. Se puede decir que las emisiones de la biomasa no son contaminantes, ya que su composición es básicamente parte del CO₂ captado por la planta, origen de la biomasa, y vapor de agua. Por ello, el factor de conversión de energía a emisiones que se consideran en las herramientas de simulación, y que establece periódicamente el IDAE (Instituto de Diversificación y Ahorro Energético), es muy bajo, tal y como muestra la figura adjunta 51. Para favorecer el proceso de combustión y facilitar el manejo, es recomendable densificar y homogenizar la biomasa, así como reducir su humedad para evitar su biodegradación durante el almacenado.

Factores de emisiones de CO2			
	Fuente	Valores aprobados	Valores previos (****)
		kg CO2 /kWh E. final	kg CO2 /kWh E. final
Electricidad convencional Nacional	(*)	0,357	
Electricidad convencional peninsular	(**)	0,331	0,649
Electricidad convencional extrapeninsular	(**)	0,833	0,981
Electricidad convencional Baleares	(**)	0,932	
Electricidad convencional Canarias	(**)	0,776	
Electricidad convencional Ceuta y Melilla	(**)	0,721	
Gasóleo calefacción	(***)	0,311	0,287
GLP	(***)	0,254	0,244
Gas natural	(***)	0,252	0,204
Carbón	(***)	0,472	0,347
Biomasa no densificada	(***)	0,018	neutro
Biomasa densificada (pelets)	(***)	0,018	neutro

Figura 51. Tabla extraída del documento reconocido *Factores de emisión de CO2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España*

Se opta como combustible para la caldera de biomasa, por astillas de madera. Las astillas son todo aquel resto de madera (ramas, troncos, etc.) y que no contiene ningún aditivo. No obstante, se han seleccionado equipos (calderas con su sistema de alimentación) que pueden trabajar tanto con astilla de madera como con pellets de madera. Esto no significa que es posible un cambio habitual en el combustible a utilizar, ya que dicho cambio requiere unos ajustes a realizar en los equipos de alimentación y en la propia caldera.

La astilla tendrá unas especificaciones como una humedad máxima del 40 %. El tamaño de la astilla vendrá determinado según Önorm M7133 del Austrian Standards Institute G-30-G50, que establece que como mínimo el 60 % de las astillas deberán de tener un tamaño de partículas entre 5, 6 y 31,5 mm. Además, la longitud máxima de la astilla queda fijada en 12 cm, y la sección transversal máxima en 5 cm². También serán admisibles tamaños de astilla PEN 14961-4, clase A1,A2, B1 // P16B, P31,5 o P45A.

Se han considerado los tipos normalizados A1 y A2 según la norma ISO 17225-4, con humedad inferior al 35% y granulometría P31S – P45S (G30 de la antigua Önorm). El poder calorífico (PCI) que puede aportar las astillas se encontraría entorno a los 4,42 kWh/kg (3.800 kcal/kg).

Generalmente las calderas de biomasa, necesitan la colocación de un silo para almacenar el combustible, en este caso, se tiene que tener en cuenta que las astillas, debido a su densidad, necesitan un mayor espacio de almacenaje.

Gracias a la situación y espacio que dispone la zona donde se sitúan los cuartos de instalaciones, se plantea la realización de un almacén encima de los cuartos de instalaciones. Además, el acceso con el camión, para poder hacer la descarga de las astillas, es sencilla y accesible. El cuarto de calderas se sitúa en el patio posterior al edificio, en la zona de las pistas deportivas, y dispone de acceso libre desde la calle Joanot Martorel, por una puerta para vehículos. Recorrido que se muestra en la imagen 52.



Figura 52. Acceso del camión para descargar de las astillas

Se propone la instalación de dos calderas HERZ Firematic 251 T-Control, según se muestra en la figura 53, que cubre una potencia entre las dos de 502 kW con una eficiencia de combustión entre los 93,1 % y 95,2 %. Sus dimensiones y características técnicas se adjuntan en el anexo x.



Figura 53. Caldera HERZ Firematic 251 (Fuente: catálogo Herz-Firematic 20-301)

Estas calderas están equipadas con un sistema de alimentación automático adaptable a diversas necesidades. Se ponen en funcionamiento cuando detectan demanda de calefacción. Mediante un sistema de descarga horizontal con agitador rotativo y sistema de caída, las astillas entran en la cámara de combustión y al mismo tiempo un dispositivo electrónico provoca la ignición de las astillas. El intercambiador capta el calor generado y lo transmite al circuito primario, que suministra calor a los depósitos de inercia.

Los depósitos de inercia son una parte fundamental del sistema ya que optimizan los arranques y paradas de las calderas y su funcionamiento, mejora de esta forma el rendimiento de la instalación.

En este caso, se instalará un depósito de inercia de 5.000 l de capacidad. Herz recomienda una capacidad de los depósitos de inercia de diez litros por kilovatio instalado.

En la figura 54 se muestra el depósito de inercia seleccionado de la casa Lapesa modelo MV-5000-I.

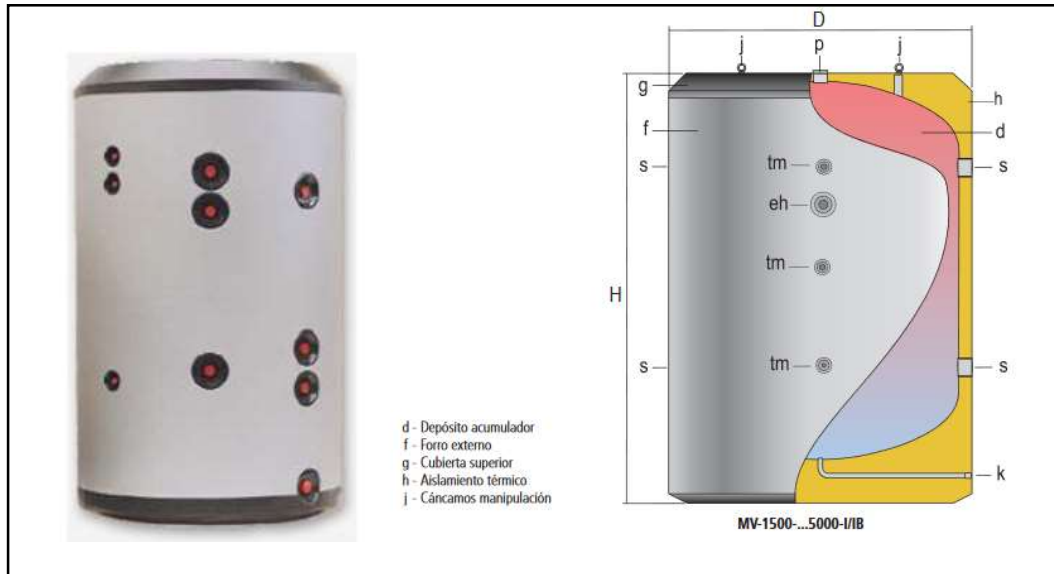


Figura 54. Depósito de inercia (Fuente: Catálogo Lapesa)

La caldera tiene un dispositivo automático para mantener limpio el intercambiador y dispone de un depósito para almacenar las cenizas. Además, cuenta con una pantalla táctil de regulación que sirve para el depósito de inercia, el calentamiento del agua y el circuito de calefacción.

A continuación, se muestra en la figura 55 una representación de una instalación con la caldera propuesta con el almacenaje del combustible y la sala de calderas a distinto nivel.



Figura 55. Instalación de caldera de Biomasa (Fuente: Catálogo Herz)

Esta instalación nos da la posibilidad de producir ACS. Para ello se instalaría otro circuito destinado al agua caliente sanitaria que se almacenaría en un interacumulador. Un depósito para producción y acumulación del ACS, en instalación vertical sobre suelo, de acero vitrificado, con un serpentín interior. Se propone el interacumulador CV 500 M1P de IdroGas.

A continuación, vamos a dimensionar el silo de almacenamiento de las astillas. Para ello, debemos de calcular el consumo de la instalación.

7.2.1.1 Cálculo del consumo de la instalación

Para calcular el consumo de la caldera de biomasa y los kg de astillas necesarias para su funcionamiento, debemos de calcular la potencia de consumo de la caldera, la energía consumida y la biomasa consumida.

- Cálculo de la potencia de consumo:

Según datos aportados por el instituto, el consumo de gas natural en el año 2014 ascendería a 197.995 KWh, con un consumo máximo para el mes de Marzo de 58.660 KWh. En la tabla 11 se muestra el consumo mensual de la energía y el coste facturado mensualmente.

Tabla 11. Consumo de gas natural en el año 2014

PERIODO	CONSUMO DE GAS NATURAL	
	CONSUMO (KWh)	COSTE (€)
Enero	41.644	2.710,29
Febrero	55.009	3.518,91
Marzo	58.660	3.753,06
Abril	2.951	332,71
Mayo	5.576	475,30
Junio	3.091	235,25
Julio	2.748	309,76

Agosto	0	119,19
Septiembre	998	134,10
Octubre	1.997	265,85
Noviembre	3.053	357,65
Diciembre	22.268	1.501,65
Total anual	197.995 KWh	13.803,72 €

Se ha calculado que potencia máxima necesitaríamos suministrar con las calderas, para cubrir las necesidades de la demanda máxima del mes de marzo de 58.660 KWh. Si estimamos que las calderas en el mes de marzo funcionarán a pleno rendimiento, con una duración de 10 h al día, los 22 días laborables del mes. Se estima que, para un día, necesitaremos una potencia de consumo de:

$$P_c = 58.660 \text{ KWh} / (10 \text{ h/día} \times 22 \text{ días}) = 266,63 \text{ KW.}$$

- Cálculo de la energía consumida: $E_c = P_c \times H_f$; (eq. 2)

Siendo:

E_c : energía consumida, expresada en kilovatios hora por día.

P_c : potencia de consumo, expresada en kilovatios.

H_f : horas de funcionamiento, expresadas en horas por día.

$$E_c = 266,63 \text{ KW} \times 10 \text{ h} = 2.666,3 \text{ KWh día.}$$

- Cálculo de la biomasa consumida: $B_c = E_c / PCI$; (eq. 3)

Siendo:

B_c : biomasa consumida, expresada en kilogramos por día.

E_c : energía consumida, expresada en kilovatios hora por día.

PCI : poder calorífico inferior de la biomasa utilizada, expresado en kilovatios hora por kilogramo.

Para una energía consumida de 2.666,3 KW día y un PCI de las astillas del 4,42 KWh/kg:

$$B_c = 2.666,3 \text{ KWh día} / 4,42 \text{ KWh/kg} = 603,23 \text{ kg/día.}$$

O expresado en volumen, considerando una densidad aparente de las astillas de 250 kg/m³:

$$B_c = 603,23 \text{ kg/día} / 250 \text{ kg/m}^3 = 2,41 \text{ m}^3/\text{día.}$$

7.2.1.2 Cálculo del silo

Vamos a colocar el almacenaje de las astillas sobre la cubierta de los cuartos de instalaciones.

Para calcular el volumen del local que va a servir de silo de almacenamiento debemos de calcular el volumen del local y la autonomía del silo:

- Cálculo del volumen del silo: $V_l = L \times A_n \times A_l$; (eq. 4)

Siendo:

V_l : volumen del local, expresado en metros cúbicos.

L : largo del local, expresado en metros.

A_n : ancho del local, expresado en metros.

A_l : altura del local, expresado en metros.

El forjado de los cuartos de instalaciones tiene una forma rectangular con unas dimensiones de 11 m x 5m. Se estima una altura de 2m.

$$V_l = 11 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 110 \text{ m}^3.$$

Al colocarse el suelo inclinado de dos lados, el volumen de almacenamiento real se calcula: $V_a = (2/3) \times V_l$; (eq. 5)

Siendo:

Va: volumen de almacenamiento real, expresado en metros cúbicos.

VI: volumen del local, expresado en metros cúbicos.

$$Va = (2/3) \times 110 \text{ m}^3 = 73,33 \text{ m}^3.$$

- Cálculo de la autonomía del silo: $A = Va / Bc$; (eq. 6)

Siendo:

A: autonomía del silo, expresada en días.

Va: volumen real de almacenamiento del silo, expresado en metros cúbicos.

Bc: biomasa consumida, expresada en metros cúbicos por día.

$$A = 73,33 \text{ m}^3 / 2,41 \text{ m}^3/\text{día} = 30,42 \text{ días}$$

Para satisfacer la demanda energética de calefacción diaria del instituto de 2.666,3 KW, se necesita 603,23 kg de astillas. Para almacenar las astillas se plantea la construcción de un silo en la cubierta de los cuartos de instalaciones. De unas dimensiones de 11 m x 5 m x 2 m. Cada 30 días se debe de realizar la carga del suministro de astillas.

7.2.2 Sustitución de las luminarias fluorescentes con una potencia de 36 W por lámparas LED de última generación de 14,5 W.

La mejora propuesta respecto a la iluminación del centro, consiste en la sustitución de las lámparas fluorescentes existente del tipo T8 de 36 W por otras LED de última generación de 14,5 W.

Estas nuevas lámparas conservan el mismo nivel de iluminación (misma cantidad de lúmenes) pero emplean una menor cantidad de energía. Su mayor ventaja es que pueden sustituir a los tubos fluorescentes actuales sin necesidad de cambiar la luminaria, por lo que el único coste asociado es el de la compra de la nueva lámpara (más la mano de obra).

Se propone la lámpara Core Pro LED tubo 1200 mm de 14,5 W 840 C GLASS. Marca: PHILIPS. Esta lámpara tiene una vida útil de 30.000 h y una potencia de 14,5W.

La mejora energética se genera, no solo por su menor consumo de energía sino por el menor número de reposiciones debido a la mayor vida útil de la lámpara propuesta.

El ahorro energético de los tubos LED es de más del 50% respecto a los tubos fluorescentes. Además, los tubos LED tienen una durabilidad 3 veces mayor que los tubos fluorescentes. Según ficha técnica de la lámpara LED, la vida útil es de 30.000 h frente a las 10.000 h de un buen tubo fluorescente.

7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

Se valoran las medidas de mejoras propuestas, consistentes en la sustitución de las calderas existentes para la demanda de calefacción por otras calderas alimentadas con biomasa y cambio de las luminarias fluorescentes por tubos LED de última generación. Aprovecharemos las calderas de biomasa para la producción de calefacción y la producción de ACS, eliminando como fuente de energía el gas natural.

7.3.1 Análisis económico de la sustitución de las calderas existentes de gas natural por otras calderas alimentadas con biomasa para la demanda de calefacción y generación de ACS.

Se ha realizado un presupuesto con la inversión estimada para la instalación de las dos calderas de biomasa y la construcción del silo de almacenaje del combustible. El presupuesto ascendería a **120.120 €** (Véase presupuesto adjunto).

Para la potencia máxima calculada en el apartado 7.2.1.1 de 266,63 KW, observamos que podemos reducir la potencia global de las calderas. Por eso se ha propuesto, dos calderas

HERZ Firematic 251 T-Control, que cubran una potencia entre las dos de 502 kW. Se proponen dos calderas para que se optimice el funcionamiento de la instalación, puesto que no siempre necesitarán la potencia máxima (véase los meses de abril a noviembre) y con el funcionamiento de una caldera, se cubrirían las necesidades de potencia y se reducirá el consumo de la energía. Además, al bajar la potencia de las calderas, se reducirá el coste de la instalación.

Se ha decidido como combustible para las calderas, las astillas, aunque las calderas propuestas también pueden utilizar los pellets. Como se tiene espacio y un buen acceso para la descarga de los camiones se ha optado por las astillas. El precio en el mercado de las astillas, según el Índice de Precios de la Biomasa publicado por AVEBIOM (Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa), para el primer trimestre del 2020 es de 111,55 €/tn. Los precios de las astillas, según se muestra en el figura 56, se mantienen prácticamente igual, confirmando una estabilización de precios en este combustible.

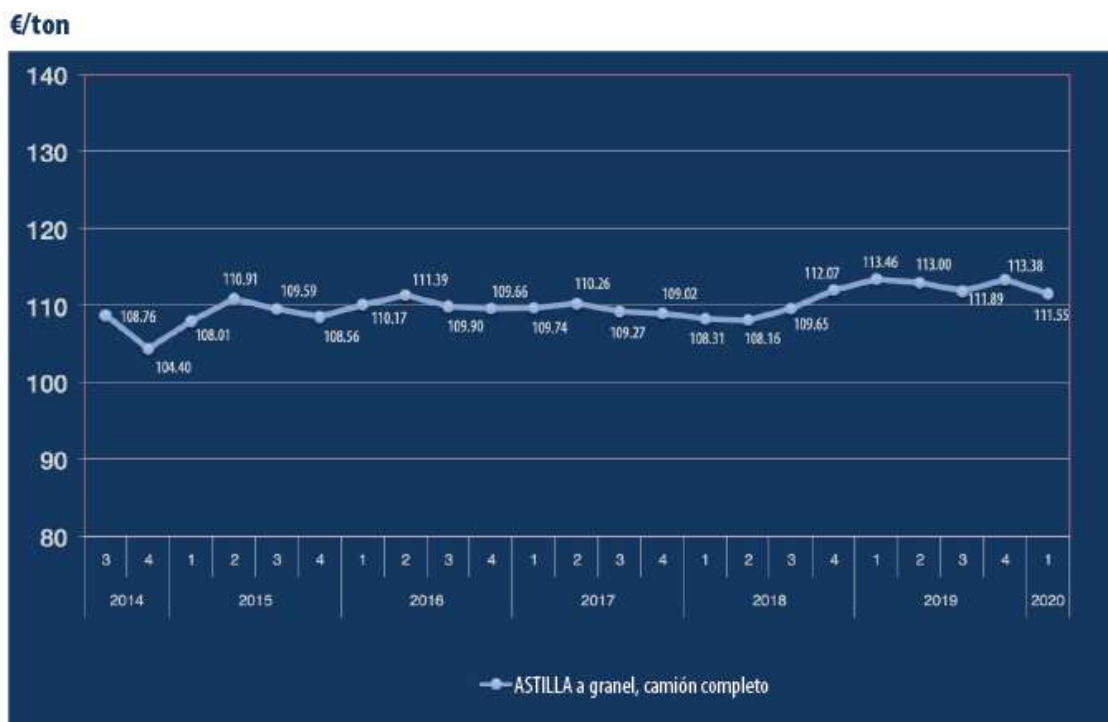


Figura 56. Evolución del precio medio de la astilla del 2014 a 2020 (Fuente: AVEBIOM)

Otra opción de combustible forestal serían los pellets. Fabricados mediante prensado de serrín procedente de residuo de madera limpio (residuo de aserraderos o de industrias de primera transformación de la madera) donde la propia lignina hace de aglomerante, no necesitándose ni pegamento ni ninguna otra sustancia.

Se presentan en pequeños cilindros de diámetro 5-6 mm y largo 10-25mm.

Los pellets es el combustible más utilizado para las calderas de biomasa, porque su producción se encuentra más estandarizada y las propiedades del producto son más homogéneas. Además, disponen de una densidad menor con lo que se pueden almacenar en espacios más pequeños. Cuenta con un poder calorífico algo mayor al de las astillas 4.100 kcal/kg (4,76 KWh/kg). Según datos publicados por AVEBIOM el precio de los pellets a granel ha subido con un incremento del 3,2 %, como se puede ver en la figura 57. El precio de los pellets a granel en cisterna sería de 258,82 €/tn.



Figura 57. Evolución del precio medio de los pellets del 2012 a 2020 (Fuente: AVEBIOM)

El precio €/KWh de la astilla es de 0,02523 €/KWh y el precio de los pellets es de 0,0542 €/KWh. La diferencia de precio entre un combustible y otro es casi el doble. Aunque en precios tan reducidos el beneficio económico global no es tan elevado.

En la provincia existen varias empresas que suministran combustibles de madera como son la empresa Leñas Oliver situada en Vilafames y la empresa Forestal del Maestrazgo en Todoella.

Según la simulación energética realizada a través del programa C3X, los resultados nos indican que, con la sustitución de las calderas utilizadas para la demanda de calefacción y ACS, se mejoran en un 91.5 % las emisiones de CO₂ arrojados a la atmosfera.

Vamos a estudiar la amortización de la instalación en base al ahorro en el combustible. Vamos a comparar el coste anual de la demanda de calefacción y ACS producida con gas natural y con biomasa, en este caso con astillas de madera.

La energía demandada estimada en el instituto es de 246.353,04 KWh.

El precio del gas natural se estima en 0,065 €/KWh. El coste anual de la energía sería de 16.012,94 €. Mientras que con el precio de la astilla de madera de 0,02523 €/KWh el coste anual de la energía sería de 6.215,48 €. El ahorro económico sería del 61 % menos, utilizando biomasa en vez de gas natural. En aproximadamente 10 años la instalación de las calderas con biomasa se podría amortizar.

7.3.2 Análisis económico de la sustitución de las luminarias fluorescentes por tubos LED.

Se va a realizar un cambio de 1.826 tubos fluorescentes T8 1200mm 36W 230V. Estas lámparas se encuentran sobre todo en las aulas de educación secundaria y bachillerato, en las aulas de los ciclos formativos y en las zonas comunes. Como el centro tiene horario de mañana y tarde, muchas de estas luminarias se encuentran encendidas a lo largo de toda la jornada laboral.

Se propone el cambio de estos tubos fluorescentes por lámparas LED Marca: PHILIPS, Core Pro LED tubo 1200 mm de 14,5 W 840 C GLASS o similar. El precio por lámpara es de 5,34 €, a lo que se debe de sumar el coste de la mano de obra que se ha estimado en 2 €/ud. Lo que supone un gasto total de 13.402,84 € incluida la mano de obra.

Con la sustitución se baja la potencia eléctrica de cada lámpara en un 59,72 % lo que hace que el cambio se pueda amortizar en menos de un año aproximadamente.

Además, se observa en los datos obtenidos a través del programa C3X, que el cambio de luminarias fluorescentes por tubos LED de última generación, baja las emisiones de CO₂ por iluminación en un 50,4 %.

Esta medida es la más eficiente en cuanto a su amortización y la fácil aplicación en las instalaciones del centro.

7.4 CONCLUSIONES RESPECTO A LA PROPUESTA DE MEJORA DE LAS INSTALACIONES

Si comprobamos los datos arrojados por el programa de certificación energética C3X para la medida de mejora de las instalaciones, observamos que el cambio de calderas por biomasa y la sustitución de los tubos fluorescentes por tubos LED, hace que las emisiones globales de CO₂ a la atmósfera pasen de 18,4 kg CO₂/m², letra D, a unas emisiones de 6,5 kg CO₂/m², letra A. Las dos medidas se complementan y hacen que las emisiones en global bajen en un 64,7 %.

Se ha simulado cada medida de mejora por separado y se observa que si solo se sustituyen las calderas las emisiones globales se reducen un 47 %. Si solo se sustituyen las luminarias, las emisiones globales se reducen en un 15 %. Por tanto, se proponen las dos medidas en conjunto debido a que el ahorro energético y la disminución de emisiones de CO₂ es considerablemente mejor.

Además, si a esta medida de mejora se le añade la estudiada en el punto 6, mejora de la envolvente térmica, nos mejoraría la calificación del edificio que se había obtenido solo con la mejora en la envolvente térmica. Mejorando solo la envolvente térmica, las emisiones de CO₂ a la atmosfera serían de 13,5 kg CO₂/m² letra C, mientras que, si se aplicaran todas las medidas de mejora en conjunto, las emisiones del edificio pasarían a 6,8 kg CO₂/m² dando una letra A. Se rebajaría la amortización inicial de 38 años a 20 años, ya que las medidas de mejora de las instalaciones se amortizan en un tiempo menor.

Por tanto, una inversión inicial importante como sería la intervención para mejorar la envolvente térmica, sustitución de las calderas de gas natural por calderas de biomasa y el cambio de los tubos fluorescentes por tubos LED, dotaría al edificio de una calificación energética tipo A, que indicaría que el instituto dispone de unas características energéticas eficientes. Se generaría un ahorro de energía, que se vería reflejado en un ahorro económico y además en una reducción del 63 % en las emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera, haciendo posible que se pueda cumplir el Protocolo de Kyoto.

8. APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA

8.1 ESTADO ACTUAL

A la hora de estudiar el centro teniendo en cuenta los criterios de sostenibilidad, se ha querido incluir como variable, el aprovechamiento del agua de lluvia, para conseguir dos objetivos. Por un lado, reutilizar el agua de lluvia como alternativa a la utilización del agua potable para el riego de los jardines en el edificio. El agua es un recurso escaso, y más en la zona donde nos situamos, con un clima mediterráneo con un régimen de lluvias irregular. La utilización de sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales ofrece una solución para reducir las consecuencias negativas a este tipo de climas, como son los cortes de agua o la prohibición de regar jardines. Por otro lado, el uso docente del centro, proporciona una divulgación mayor en la concienciación medioambiental de la sociedad en cuanto a la reutilización del agua de lluvia, empezando por los estudiantes.

Actualmente el centro dispone de un sistema de recogida de aguas pluviales de la cubierta plana transitable a la catalana, mediante conductos que bajan por las fachadas (según se muestran en las figuras 58-59).



Figura 58. Bajantes de pluviales por fachada



Figura 59. Desembocado de bajantes

Estas bajantes desembocan en la zona de jardines situadas en los patios interiores, sin ninguna conducción, dejando salir el agua mediante escorrentía.

En planta baja, estos patios están conectados con la zona delantera del edificio en la cual también existen zonas ajardinadas según se muestra en la figura 60-61.



Figura 60. Jardín patio interior



Figura 61. Jardín zona delantera del Edificio

Sería conveniente un sistema de aprovechamiento de agua de lluvias para el riego de jardines en los patios interiores y la zona delantera del centro. Para ello se contaría con depósitos enterrados en los propios jardines dado que el edificio no dispone de sótano que nos impida su ubicación.

A continuación, se muestra en la figura 62, las bajantes de pluviales en el plano de cubierta, que vamos a utilizar para la recogida del agua de lluvia y en la figura 63 se muestra el plano de saneamiento del edificio en planta baja.

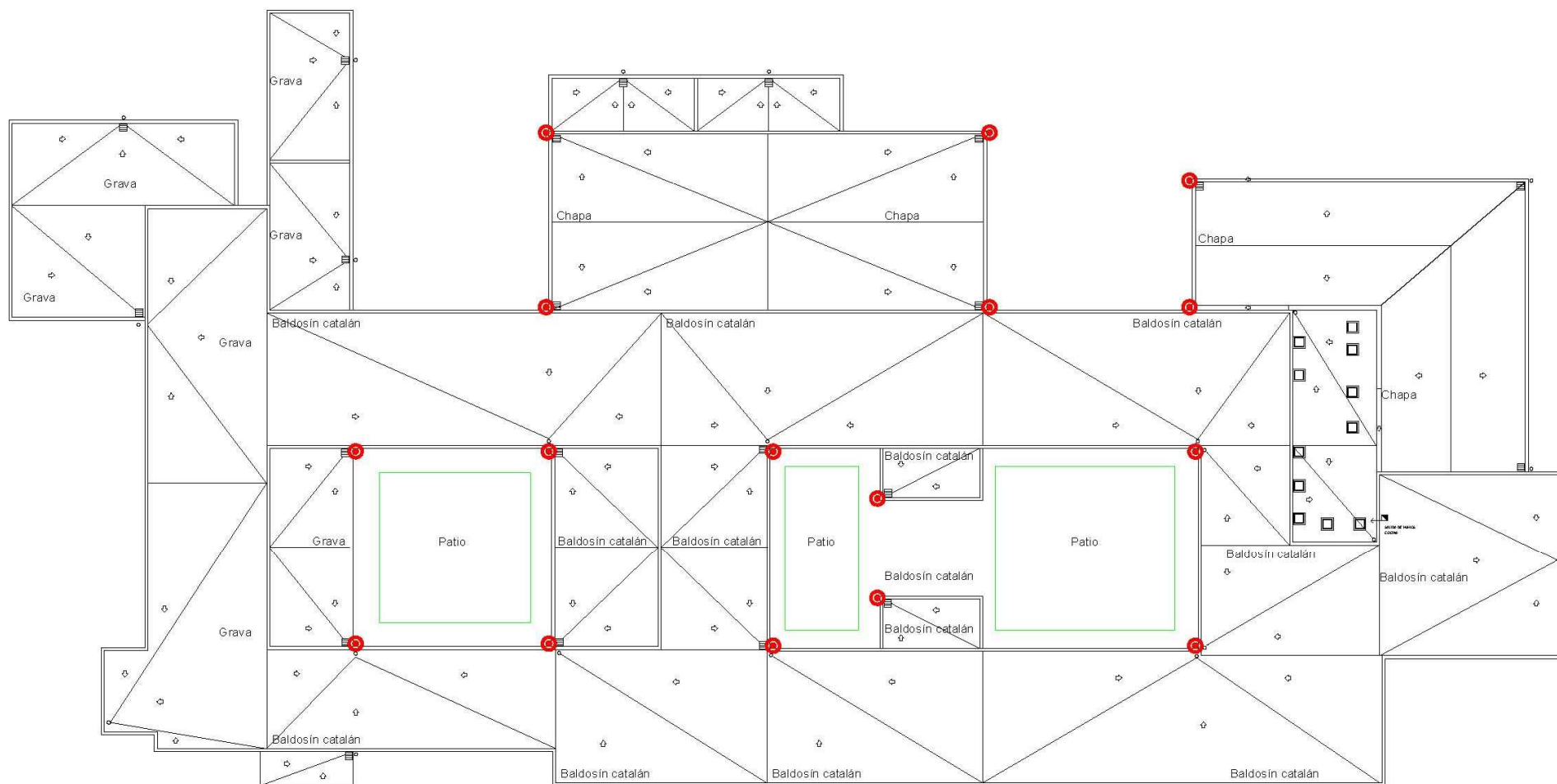


Figura 62. Plano de bajantes de pluviales en planta cubierta (Fuente Proyecto)

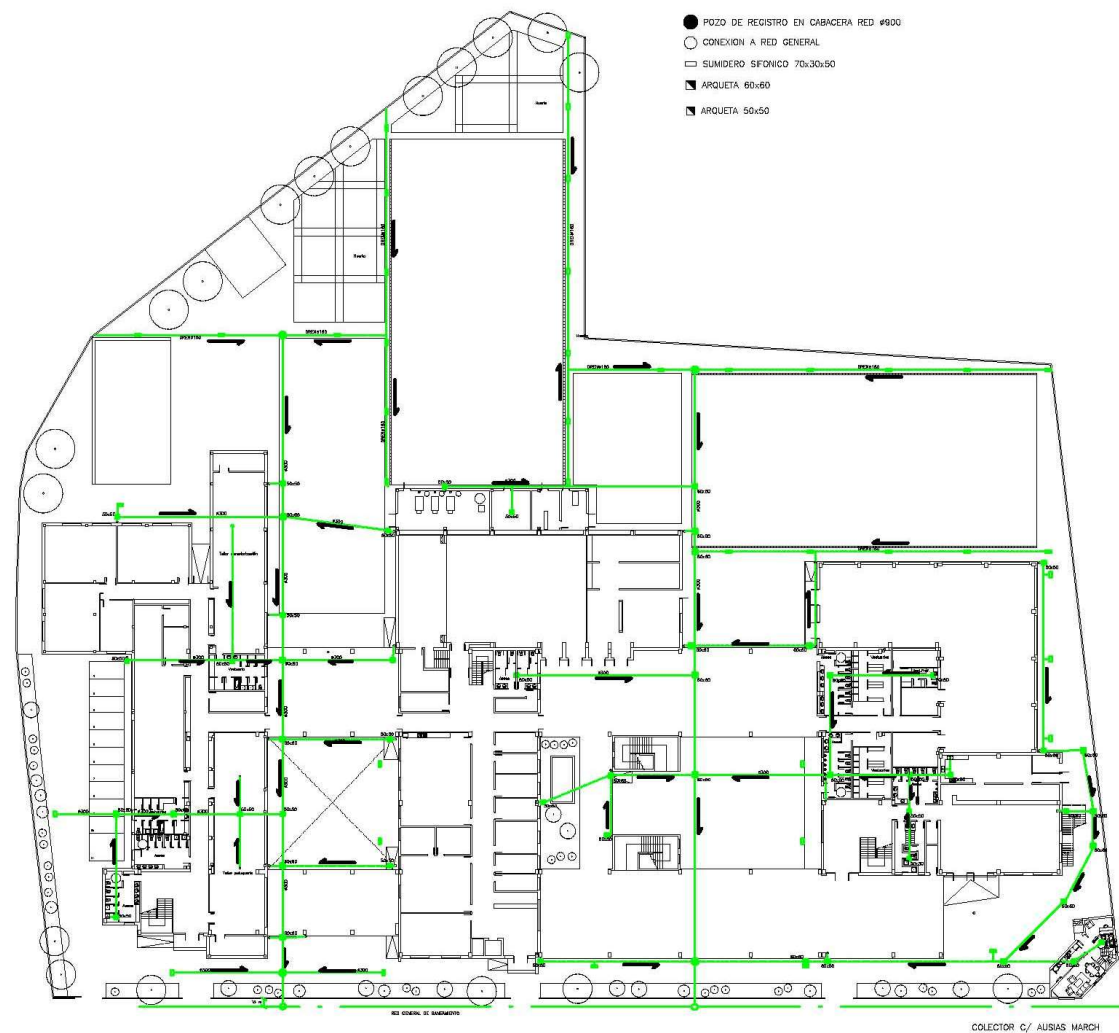


Figura 63. Plano de saneamiento planta baja (Fuente Proyecto)

8.2 APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA

A la hora de calcular y dimensionar una instalación de recuperación de aguas pluviales, se deben de tener en cuenta una serie de factores como son: la climatología de la zona, las dimensiones de la superficie de captación y el tipo de superficie, la elección de un sistema de filtrado y las necesidades del consumo de agua de la zona ajardinada. Con todos estos factores se elegirán los depósitos de acumulación (con bomba de presión y rebosadero) más adecuados para la recogida del agua de lluvia, así como las canalizaciones que conectan la zona de recogida con el depósito y este con los puntos de consumo.

Por la distribución de patios y la distribución de zonas de cubierta, se propone la colocación de dos depósitos de recogida de agua enterrados, situados uno en cada patio. Estos depósitos darán servicios a las zonas ajardinadas de los dos patios interiores y del patio delantero de acceso al edificio.

Para ello, las superficies regables se han dividido en dos zonas de jardines (según se muestra en las tablas 12-13 y en la imagen figura 64)

Tabla 12. Zona 1

JARDÍN 1	SUPERFICIE
Patio 1	159,11 m ²
Patio delantero	65,80 m ²
Patio delantero	148,38 m ²
Total superficie jardín Zona 1	373,29 m²

Tabla 13. Zona 2

JARDÍN 2	SUPERFICIE
Patio 2	85,25 m ²
Patio 2	206,30 m ²
Patio delantero	156,07 m ²
Patio delantero	220,48 m ²
Total superficie jardín Zona 2	668,10 m²

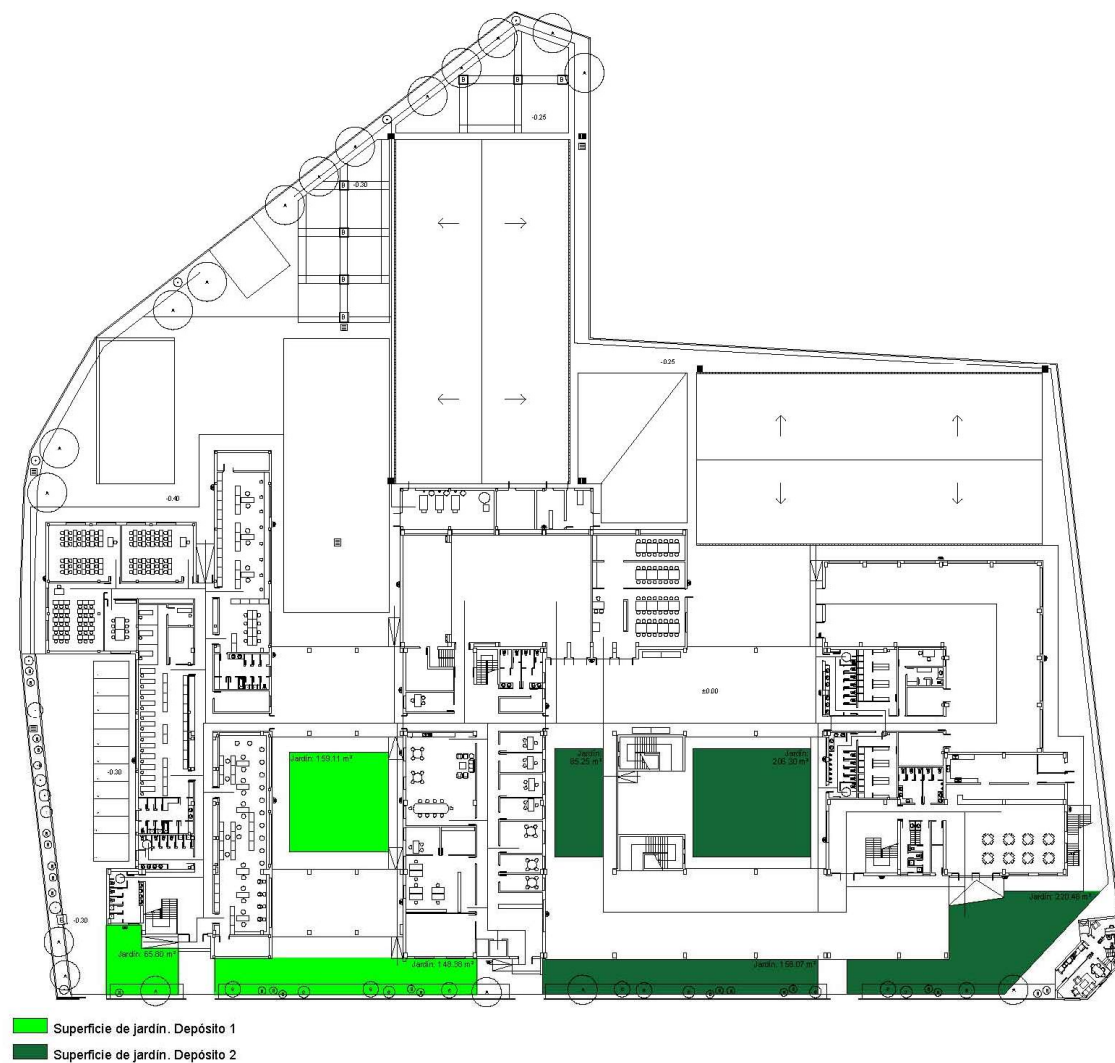


Figura 64. Superficies de jardín Zona 1 y Zona 2.

Las superficies ajardinadas del instituto se encuentran cultivadas con zonas de césped, arbustos y árboles de hoja caduca y perenne. En las zonas de patios interiores, se encuentran árboles de hoja caduca y en la zona delantera la ocupan pequeños arbustos, palmeras y cipreses, de hoja perenne. Según se observan en las fotografías 65-66.



Figura 65. Jardín patio delantero



Figura 66. Jardín patio interior

En cuanto a las zonas de césped, en la visita al instituto, se observa que la mayoría del césped se encuentra seco. Se propone resembrar el césped en la zona con un tipo de césped Sahara. Este tipo de césped es recomendable para climas mediterráneos, porque es una especie adaptada a climas cálidos de inviernos suaves. Soporta bien las altas temperaturas. Su consumo de agua es inferior al de otras especies de césped.

Para los cálculos en este estudio, estimamos que el 20% de la superficie está ocupada por arbolado quedando el 80% de la superficie con césped. El riego utilizado será por aspersion para poder aprovechar el sistema existente en el edificio.

Las superficies de captación se han dividido en función del depósito al que suministran. En la **Zona 1**, la superficie aprovechable de captación de agua de lluvia, será la de la cubierta plana transitable con acabado baldosín catalán, una zona de cubierta no transitable con acabado de grava y otra recogida de agua en cubierta inclinada de chapa. Según se indica en la tabla 14 y se muestra en la figura 67.

En la **Zona 2**, la superficie aprovechable de captación de agua de lluvia, será la de cubierta plana transitable con acabado baldosín catalán y otra recogida de agua en cubierta inclinada de chapa. Según se indica en las tablas 15 y se muestra en la figura 67.

Tabla 14. Zona 1. Superficie de Captación

ZONA 1. ACABADOS DE CUBIERTA	SUPERFICIE
Baldosín Catalán	903,52 m ²
Acabado Grava	114,93 m ²
Acabado en Chapa	265,33 m ²
Total captación	1.283,78 m ²

Tabla 15. Zona 2. Superficie de Captación

ZONA 2. ACABADOS DE CUBIERTA	SUPERFICIE
Baldosín Catalán	1.555,93 m ²
Acabado en Chapa	487,55 m ²
Total captación	2043,48 m ²

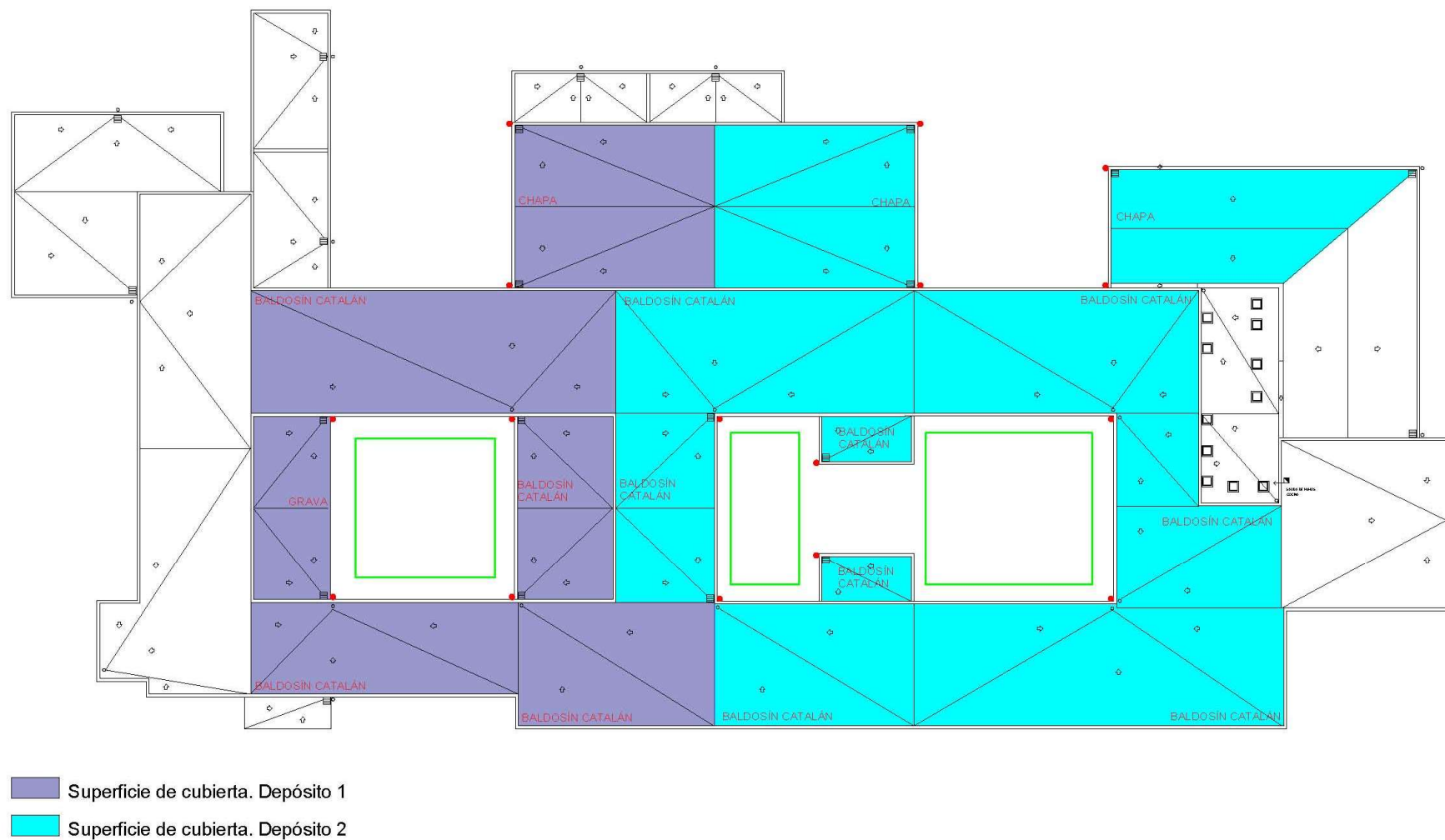


Figura 67. Superficies de captación de agua de lluvia en cubierta Zona 1 y Zona 2.

Vamos a estudiar el dimensionado de los depósitos atendiendo a tres métodos diferentes:

- 1 El primero método, se va a basar en el estudio del cálculo del depósito considerando solo las necesidades del jardín. Es un método adecuado para calcular las dimensiones mínimas del depósito.
- 2 El segundo método, se va a basar considerando además de las necesidades del jardín, los metros cúbicos que se pueden recoger de las cubiertas planas, el abastecimiento.
- 3 El tercer método, es algo más riguroso, considerando la demanda de riego además de la evaporación del jardín y sus necesidades y la eficiencia del riego. En el cálculo del abastecimiento, se tiene en cuenta además de la superficie de captación, el coeficiente de escorrentía, el rendimiento del filtro, y se calcula por 4 métodos, el DIN, BSI, Método Español y la Guía Americana.

8.2.1 Volumen mínimo del depósito considerando solo las necesidades del jardín

Realizaremos un primer dimensionado basado en las necesidades de riego del jardín, sin tener en cuenta las precipitaciones y capacidad de recogida de agua de cubierta.

Aplicaremos la siguiente fórmula, ecuación 1:

$$\text{Capacidad DRP (m}^3\text{)} = C \text{ l/día.m}^2 \times \text{TR (días)} \times \text{m}^2 \text{ terreno (eq.1)}$$

Donde, C: constante de la *Evapotranspiración Potencial.

TR: el tiempo de retención de aguas pluviales en el depósito.

** Evotranspiración: se define como la pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en milímetros por unidad de tiempo.*

La constante C se calcula con el cálculo de la Evapotranspiración Potencial y el coeficiente de cultivo.

Evapotranspiración Potencial ETP: es la suma de la evaporación del agua del suelo y la transpiración del tipo de especie vegetal que se desea regar, medida en mm/día y m² de terreno. La dotación diaria de agua de riego ha de cubrir esta cantidad. En el cálculo genérico de la ETP (Evapotranspiración Potencial) intervienen el tipo de clima, la temperatura media y la humedad relativa. En la figura 68 se muestran los datos genéricos de temperatura, humedad y la ETP de los diferentes climas.

CLIMA	TEMPERATURA PROMEDIO (°C)	HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO	E.T.P (mm/día)
Fresco / Húmedo	< 20	> 50%	2'5
Fresco / Seco	< 20	< 50%	3'5
Moderado / Húmedo	20 - 30	> 50%	4'5
Moderado / Seco	20 - 30	< 50%	5
Cálido / Húmedo	30 - 38	> 50%	6'3
Cálido / Seco	30 - 38	< 50%	7
Muy cálido / Húmedo	> 38	> 50%	8
Muy Cálido / seco	> 38	< 50%	9

Figura 68. Datos climáticos según tipo de climas (Fuente: Aprovechamiento de aguas pluviales. Escola Politècnica d'Edificació de Barcelona)

En la figura 69, se muestran los valores climatológicos medios a lo largo de un año en la Zona de Castellón. El cálculo se realiza siempre en el supuesto más desfavorable, que en España suele ser el mes de julio.

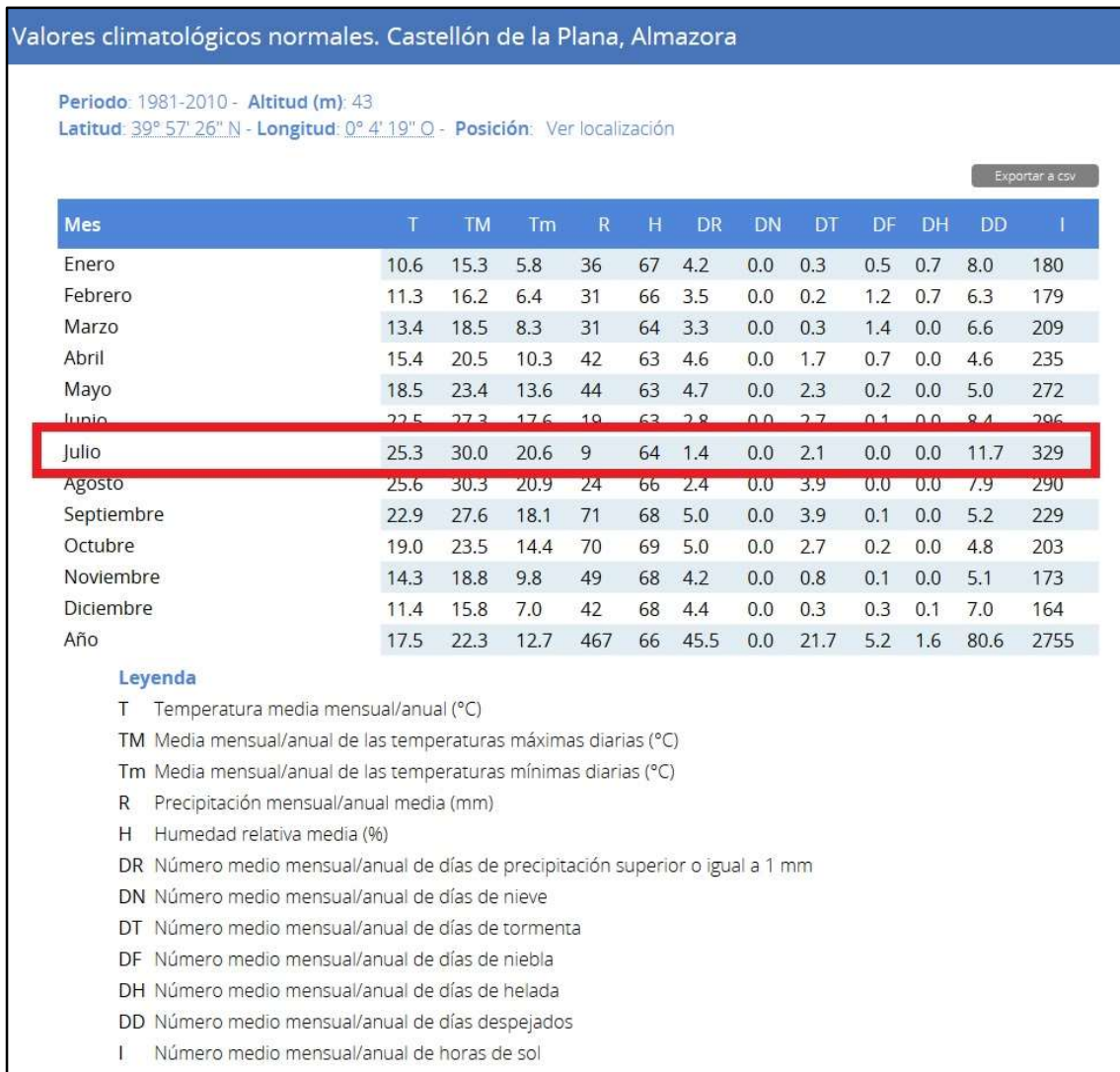


Figura 69. Valores Climáticos en Castellón (Fuente: Aemet; accesible en link:

<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=8500A&k=undefined> (última consulta 27/03/20)

Atendiendo a las figuras 68 y 69 anteriores, se estima que el clima de Vila-Real se puede considerar Moderado/Húmedo con 30 grados en Julio y una humedad relativa de 64 % superior al 50%. Según la tabla 68, la ETP es de 4,5 mm/día y m². Este coeficiente se incrementará en función del método de riego a utilizar y su eficiencia. En este caso, como es riego por aspersión, la eficiencia oscila entre el 70 % y el 80% (proporción entre el volumen del agua captado por las planas y la cantidad que usamos para regarlas). Consideramos una eficiencia de riego por aspersión del 80% incrementamos un 20% a ETP. Nos da un coeficiente de: $4,5 \times 1,20 = 5,40$ mm/día y m².

Coeficiente de cultivo Kc: corresponde a las especies vegetales que se desean regar. Este coeficiente vendrá determinado por la figura 70:

TIPO DE PLANTA	COEFICIENTE
Planta de zona árida (xerófilas)	0'2 – 0'3
Árboles y arbustos de clima mediterráneo	0'3 – 0'5
Cítricos y frutales	0'6 – 0'7
Arbustos ornamentales	0'7 – 0'8
Bancales de flores	0'8 – 1'0
Césped	1'0

Figura 70. Coeficiente de cultivo según tipo de plantas (Fuente: Aprovechamiento de aguas pluviales. Escola Politècnica d'Edificació de Barcelona)

Aplicamos el coeficiente de cultivo del césped $K_c = 1$, al 80 % de la superficie de zonas verdes y un coeficiente de cultivo de árboles y arbustos de clima mediterráneo $K_c = 0,4$, al 20 % de la superficie de zonas verdes.

C: $ETP \times K_c = (5,40 \text{ mm/día y m}^2) \times 1 = \mathbf{5,40 \text{ l/día y m}^2 \text{ para césped.}}$

C: $ETP \times K_c = (5,40 \text{ mm/día y m}^2) \times 0,4 = \mathbf{2,16 \text{ l/día y m}^2 \text{ árboles y arbustos.}}$

Luego, la capacidad del depósito será de acuerdo a la ecuación 1:

Depósito 1: $(5,40 \times 30 \times 373,29 \times 0,80) + (2,16 \times 30 \times 373,29 \times 0,20) = 53.216,21 \text{ l} = \mathbf{53,22 \text{ m}^3}$

Depósito 2: $(5,40 \times 30 \times 668,10 \times 0,80) + (2,16 \times 30 \times 668,10 \times 0,20) = 95.244,34 \text{ l} = \mathbf{95,24 \text{ m}^3}$

8.2.2 Volumen mínimo del depósito teniendo en cuenta el abastecimiento del agua de lluvia recogida y las demandas de riego del jardín

Este segundo dimensionado tiene en cuenta el abastecimiento de lluvia recogida en la superficie de captación, en este caso las cubiertas y la demanda de agua necesaria para regar el jardín. Con ambos datos se calcula las dimensiones del depósito. Este cálculo es más exacto que el anterior al tener en cuenta más datos.

Abastecimiento: Para el cálculo del abastecimiento se sigue la siguiente ecuación 2:

$$A_i = (P_{pi} \times C_e \times S_c) / 1000 \quad (\text{eq.2})$$

siendo:

A_i = abastecimiento del mes i , en m^3

P_{pi} = precipitación promedio del mes i

C_e = coeficiente de esorrentía

S_c = superficie de captación (en proyección horizontal)

El coeficiente de esorrentía es una constante que depende del material que forma la cubierta. Se puede emplear los siguientes coeficientes de la superficie de captación expresados en tanto por uno, según se muestra en la Tabla 16:

Tabla 16. Coeficientes de esorrentía según acabados de cubierta. (Fuente: Norma DIN 1989-1:2001-10, "Regenwassernutzungsanlagen-Teil 1: Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung")

ACABADOS DE CUBIERTA	COEFICIENTE
Tejado duro inclinado	0,8 a 0,9
Tejado plano sin gravilla	0,8
Tejado plano con gravilla	0,6
Tejado verde	0,3 a 0,5
Superficie empedrada	0,5 a 0,8
Revestimiento asfáltico	0,8 a 0,9

En nuestro edificio utilizaremos unos coeficientes de esorrentía:

- Cubierta plana baldosín catalán: 0,8.
- Cubierta acabado de grava: 0,6.
- Cubierta acabado en chapa: 0,85.

Demanda: Para el cálculo de la demanda se obtiene el valor de la ecuación 3:

$$D_i = (N_u \times N_{di} \times D) / 1000 \quad (\text{eq.3})$$

siendo:

D_i = demanda del mes i , en m^3 .

N_u = nº de usuarios del sistema

N_{di} = nº de días del mes i

D = dotación en l/día (por persona, por m² de jardín...)

Para adecuar la fórmula al dimensionado de un depósito para riego de zonas verdes, Nu = m² de jardín a regar y D = dotación en l/m², según las necesidades hídricas de las especies vegetales a irrigar. Para césped 5,40 l/m² y para la zona arbolada 2,16 l/m².

Con ambas fórmulas vamos a calcular la máxima cantidad acumulada de agua para cada zona. Este volumen nos daría el volumen mínimo del depósito necesario según se muestran en la tabla 17, Zona 1 y tabla 18, Zona 2:

Tabla 17. Zona 1

Mes	Días	Precipitación mensual (mm)	Abastecimiento		Demanda		DIF (m ³)	
			Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
Enero	31	36	36,62	36,62	54,99	54,99	-18,37	-18,37
Febrero	28	31	31,54	68,16	49,67	104,66	-18,13	-36,50
Marzo	31	31	31,54	99,70	54,99	159,65	-23,45	-59,95
Abril	30	42	42,73	142,42	53,22	212,86	-10,49	-70,44
Mayo	31	44	44,76	187,18	54,99	267,85	-10,23	-80,67
Junio	30	19	19,33	206,51	53,22	321,07	-33,89	-114,56
Julio	31	9	9,16	215,67	54,99	376,06	-45,83	-160,39
Agosto	31	24	24,42	240,08	54,99	431,05	-30,57	-190,97
Septiembre	30	71	72,23	312,31	53,22	484,27	19,01	-171,96
Octubre	31	70	71,21	383,52	54,99	539,26	16,22	-155,73
Noviembre	30	49	49,85	433,37	53,22	592,47	-3,37	-159,10
Diciembre	31	42	42,73	476,10	54,99	647,46	-12,26	-171,37

La cantidad máxima que podríamos acumular es de 19,01 m³. Se elegiría un depósito de ese volumen.

Tabla 18. Zona 2

Mes	Días	Precipitación mensual (mm)	Abastecimiento		Demanda		DIF (m³)	
			Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
Enero	31	36	59,73	59,73	98,42	98,42	-38,69	-38,69
Febrero	28	31	51,43	111,16	88,89	187,31	-37,46	-76,15
Marzo	31	31	51,43	162,60	98,42	285,73	-46,99	-123,14
Abril	30	42	69,68	232,28	95,24	380,98	-25,56	-148,69
Mayo	31	44	73,00	305,29	98,42	479,40	-25,42	-174,11
Junio	30	19	31,52	336,81	95,24	574,64	-63,72	-237,83
Julio	31	9	14,93	351,74	98,42	673,06	-83,49	-321,32
Agosto	31	24	39,82	391,56	98,42	771,48	-58,60	-379,92
Septiembre	30	71	117,80	509,36	95,24	866,72	22,56	-357,36
Octubre	31	70	116,14	625,50	98,42	965,14	17,72	-339,64
Noviembre	30	49	81,30	706,80	95,24	1.060,39	-13,95	-353,58
Diciembre	31	42	69,68	776,49	98,42	1.158,81	-28,73	-382,32

La cantidad máxima que podríamos acumular es de 22,56 m³. Se elegiría un depósito de ese volumen.

Depósito 1: 19,01 m³

Depósito 2: 22,56 m³

8.2.3 Volumen mínimo del depósito teniendo en cuenta el abastecimiento del agua de lluvia recogida atendiendo a cuatro métodos y a las demandas de riego del jardín

Este tercer dimensionado tiene en cuenta más datos que el anterior método. Se basa en la misma tabla de valores climatológicos, considerando las precipitaciones “R” mensual en mm y el “DR” número de días con precipitaciones mayores o iguales a 1 mm.

Consumo de agua del jardín. Demanda:

Introduciendo una serie de datos en las tablas y considerando unos coeficientes, se llega al consumo de riego del jardín. El Coeficiente de jardín vendrá dado por la ecuación 4:

$$K_j = K_s \times K_d \times K_m \quad (\text{eq.4})$$

Siendo:

Ks: Coeficiente de especie (necesidades hídricas). Figura 71

Kd: Coeficiente de densidad. Figura 72

Km: Coeficiente de microclima. Figura 73

Coeficiente de especie (Ks): (necesidades hídricas)

Tipo de vegetación	Coeficiente de especie (Ks)		
	Alto	Medio	Bajo
Árboles	0,9	0,5	0,2
Arbustos	0,7	0,5	0,2
Tapizante	0,7	0,5	0,2
Plantación mixta	0,9	0,5	0,2
Césped	0,8	0,7	0,6

Vienen establecidas por la especie seleccionada así como el clima en el que se va a utilizar.

Figura 71. Coeficiente de especie (necesidades hídricas)

Coeficiente de densidad (Kd):

Tipo de vegetación	Coeficiente de densidad (Kd)		
	Alto	Medio	Bajo
Árboles	1,3	1,0	0,5
Arbustos	1,1	1,0	0,5
Tapizante	1,1	1,0	0,5
Plantación mixta	1,3	1,1	0,6
Césped	1,0	1,0	0,6

Densidad baja:

- Un solo nivel de árboles con cobertura inferior al 70%
- Un solo nivel de arbustos o tapizantes con cobertura inferior al 90%
- Jardín con mas de un nivel con muy baja densidad

Densidad media:

- Un solo nivel de árboles con cobertura entre el 70% y el 100%
- Un solo nivel de arbustos o tapizantes con cobertura entre el 90% y 100%
- Jardín con mas de un nivel con densidad media

Densidad alta:

- Jardín de con varios niveles con cobertura completa en algún nivel

Figura 72. Coeficiente de densidad

Coeficiente de microclima (Km):

Tipo de vegetación	Coeficiente de densidad (Kd)		
	Alto	Medio	Bajo
Árboles	1,4	1,0	0,5
Arbustos	1,3	1,0	0,5
Tapizante	1,2	1,0	0,5
Plantación mixta	1,4	1,0	0,5
Césped	1,2	1,0	0,8

Microclima bajo:
Jardines en sombra y aquellos que están protegidos del viento

Microclima medio:
Condiciones de campo abierto

Microclima alto:
Zona influida por fuentes externas de calor como edificios, uso masivo de pavimentos, vehículos

Figura 73. Coeficiente de microclima

A la hora de calcular el coeficiente del jardín al tener por una parte una zona de césped 80% y una zona de árboles 20% he realizado una media ponderada dando un Kj de 0,86.

- Evapotranspiración jardín: $ET_j = E_{To} \times K_j$; (eq.5)

E_{To} es la evotanspiración de referencia en mm/mes, calculada por el método Thornthwaite. En el cálculo se tiene en cuenta, las horas de sol, los días del mes y la temperatura media mensual. Datos obtenidos de Aemet. Según se muestra en la tabla 18 y 19 según la ecuación 5:

Tabla 18. Evapotranspiración de referencia en mm/mes : (metodo Thornthwaite)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Orto	8:20	7:55	7:11	7:22	6:45	6:31	6:44	7:21	7:41	8:11	7:46	8:15
Ocaso	17:59	18:34	19:07	20:39	21:09	21:31	21:28	20:56	20:08	19:20	17:44	17:36
Horas Sol	9:39	10:39	11:56	13:17	14:24	15:00	14:44	13:35	12:27	11:09	9:58	9:21
Horas de sol (decimal)	9,65	10,65	11,93	13,28	14,40	15,00	14,73	13,58	12,45	11,15	9,97	9,35
Nº de días del mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Tª media mensual (°C)	15,3	16,2	18,5	20,5	23,4	27,3	30	30,3	27,6	23,5	18,8	15,8
im	5,437	5,929	7,249	8,467	10,346	13,065	15,070	15,299	13,283	10,413	7,427	5,709
I	117,693											
a _s	2,629	0,537	0,537	0,537	0,537	0,537	0,537	0,537	0,537	0,537	0,537	0,537
ET _o	26,50	30,70	54,00	76,19	120,85	182,71	237,63	224,88	156,07	94,63	45,53	27,94

Tabla 19. Evapotranspiración del jardín

Mes	ET _o	Pradera riego aspersión	
		K _j	ET _j
Enero	26,50	0,86	22,79
Febrero	30,70	0,86	26,40
Marzo	54,00	0,86	46,44
Abril	76,19	0,86	65,52
Mayo	120,85	0,86	103,93
Junio	182,71	0,86	157,13
Julio	237,63	0,86	204,36
Agosto	224,88	0,86	193,40
Septiembre	156,07	0,86	134,22
Octubre	94,63	0,86	81,38
Noviembre	45,53	0,86	39,15
Diciembre	27,94	0,86	24,03

- Necesidades de agua del jardín: $N = ET_j - P_e$ (eq.6)

P_e es la precipitación mensual siguiendo estos requisitos:

$$\text{Sí } P > 75 \text{ mm/mes} \quad P_e = 0,8 \times P - 25$$

$$\text{Sí } P < 75 \text{ mm/mes} \quad P_e = 0,6 \times P - 10$$

A continuación, se muestra la tabla 20 donde se obtienen las necesidades del jardín según la ecuación 6.

Tabla 20. Necesidades de agua del jardín

Mes	Precipitación mensual (mm) = $P_o R$	P_e	N	N
Enero	36	11,60	11,19	11,19
Febrero	31	8,60	17,80	17,80
Marzo	31	8,60	37,84	37,84
Abril	42	15,20	50,32	50,32
Mayo	44	16,40	87,53	87,53
Junio	19	1,40	155,73	155,73
Julio	9	0,00	204,36	204,36
Agosto	24	4,40	189,00	189,00
Septiembre	71	32,60	101,62	101,62
Octubre	70	32,00	49,38	49,38
Noviembre	49	19,40	19,75	19,75
Diciembre	42	15,20	8,83	8,83
			TOTAL	933,36

- Eficiencia aplicada del riego: $N_f = N / E_a$ (eq.7)

E_a es la eficiencia del riego siguiendo la siguiente figura 74:

Consumo en zona ajardinada:	
Eficiencia en el sistema de riego (E_a):	
Sistema de riego	Eficiencia (E_a)
Riego localizado subterráneo	0,95
Riego localizado en superficie	0,9
Difusores, micro aspersores	0,8
Aspersores	Entre 0,70 y 0,80
Superficie	Entre 0,50 y 0,65
Necesidad anual bruta de agua:	
$N_b = N_{n,año} / E_a$	

Figura 74. Eficiencia del riego

A continuación, se muestra la tabla 21 con la eficiencia aplicada del riego según la ecuación 7:

Tabla 21. Eficiencia aplicada del riego.

Mes	Ea	Nf
Enero	0,70	15,99
Febrero	0,70	25,43
Marzo	0,70	54,05
Abril	0,70	71,89
Mayo	0,70	125,05
Junio	0,70	222,47
Julio	0,70	291,94
Agosto	0,70	270,00
Septiembre	0,70	145,17
Octubre	0,70	70,55
Noviembre	0,70	28,22
Diciembre	0,70	12,62

- Consumo agua de riego: $CAR = \sum (Nf \times Sc)$ (eq.8)

Donde se tiene en cuenta la superficie de riego Sc. Para la Zona 1 la superficie de riego es de 373,29 m² y para la Zona 2 la superficie de riego es de 668,10 m² según se muestran en las tablas 22-23. En las tablas se muestra el consumo de riego para ambas zonas según la ecuación 8.

Tabla 22. Consumo de agua de riego Zona 1

Mes	Sc	CAR (L/mes)
Enero	668,10	10.681,35
Febrero	668,10	16.991,74
Marzo	668,10	36.112,21
Abril	668,10	48.027,44
Mayo	668,10	83.543,46
Junio	668,10	148.631,34
Julio	668,10	195.044,87
Agosto	668,10	180.387,68
Septiembre	668,10	96.987,22
Octubre	668,10	47.132,37
Noviembre	668,10	18.853,65
Diciembre	668,10	8.428,59
TOTAL anual =		890.821,93 Litros

Tabla 23. Consumo de agua de riego Zona 2

Mes	Sc	CAR (L/mes)
Enero	373,29	5.968,03
Febrero	373,29	9.493,86
Marzo	373,29	20.177,11
Abril	373,29	26.834,55
Mayo	373,29	46.678,55
Junio	373,29	83.045,34
Julio	373,29	108.978,15
Agosto	373,29	100.788,68
Septiembre	373,29	54.190,03
Octubre	373,29	26.334,45
Noviembre	373,29	10.534,17
Diciembre	373,29	4.709,34
TOTAL anual =		497.732,25 Litros

Consumo de agua para el jardín sustituible por agua de lluvia. Abastecimiento:

Se tendrá en cuenta la superficie de captación, el coeficiente de esorrentía y el rendimiento del filtro (figura 75) atendiendo a estos cuatro métodos:

1. **BSI 8515:2009.** $V_u = C_e \times 0,05$; (eq.9)
Aprox. 50l/hab/día; $18/365 = 0,05$
2. **Método español.** $V_u = (V_a + C_e)/2 \times 0,082$; (eq. 10)
 $30/365 = 0,08219$
3. **DIN 1989-1.** $V_u = \text{Min} (V_a + C_e) \times 0,06$; (eq. 11)
 $21/361 = 0,06$
4. **Guía americana: Texa.** $V_u = C_e \times 0,25$; (eq. 12)
 $90/365 = 0,25$

Balance mensual: V almacenamiento = Ventrada -V salida

<u>Rendimiento del sistema de filtrado:</u>				
	Rendimiento	Mantenimiento	Capacidad	Coste
U1 / F2 Filtros de bajante	80%-90%	Minimo	Baja	Bajo
U2 / U3 / F2 Filtros tipo cesta	100%	Alto	Alta	Medio
U2 / U3 / F1 Filtros auto limpiantes	90%-95%	Minimo	Alta	Alto

Figura 75. Rendimiento del sistema de filtrado

- Obtención del Volumen mensual retenido real:

Volumen mensual retenido posible: $V_{rp} = R \times C_e \times S \times R_f$; (eq. 13)

Siendo:

R: precipitación mensual media.

Ce: Coeficiente de escorrentía.

S: Superficie de captación.

Rf: Rendimiento del filtro.

Volumen separado: $V_s = R_v \times S$; (eq. 14)

Siendo:

Vs: volumen separado.

Rv: ratio volumen separado/m².

S: superficie de recogida.

Volumen separado mensual: $V_{sm} = V_s \times DR$; (eq. 15)

Siendo:

V_{sm} : volumen separado mensual.

V_s : volumen separado.

DR: Número medio mensual de días de precipitación $> 0 = 1$ mm

Volumen mensual retenido real: $V_{rr} = V_{rp} - V_{sm}$; (eq. 16)

Para las superficies de captación de cada zona, se han considerado las superficies totales calculando el coeficiente de escorrentía diferente para cada tipo de cubierta con una media ponderada sobre la superficie total de la cubierta.

En la Zona 1 hay una superficie de captación de 1.283,78 m² con un coeficiente de escorrentía de 0,794.

En la Zona 2 hay una superficie de captación de 2.043,48 m² con un coeficiente de escorrentía de 0,813.

Con todos estos datos calculamos las dimensiones de los dos depósitos, teniendo en cuenta las necesidades de agua del jardín y el abastecimiento de agua de lluvia según se muestra en las tablas 24-25. (Véase cálculos en el Anexo adjunto).

Tabla 24. **Zona 1: Volumen del depósito**

Volumen deposito (L)			
DIN		25.439,06	55,26%
BSI		24.886,61	54,27%
	Metodo español	37.790,38	72,45%
	Guia americana	124.433,06	85,18%

Elegimos la cantidad mínima acumulada que es de 24,88 m³.

Se elegiría un depósito de ese volumen. **Depósito 1: 24,88 m³.**

Tabla 25. **Zona 2: Volumen del depósito**

Volumen deposito (L)		
DIN	41.528,80	50,41%
BSI	44.541,10	53,46%
Metodo español	64.901,71	67,52%
Guia americana	222.705,48	77,70%

Elegimos la cantidad mínima acumulada que es de 41,52 m³.

Se elegiría un depósito de ese volumen. **Depósito 2: 41,52 m³.**

Estudiadas ambas zonas comprobamos que el volumen acumulado de la recogida del agua de lluvia a lo largo del año supone algo más del 50% de la demanda de riego anual del jardín.

Depósito 1: 24,88 m³.

Depósito 2: 41,52 m³.

8.2.4 Propuesta del sistema de recogida de aguas pluviales

En los siguientes cuadros (Tablas 26-27), se puede observar la diferencia de m³ tanto de agua abastecida, recogida por las superficies de captación y el agua demandada por el jardín a lo largo de todo un año. Vemos que existen diferencias si se calculan los volúmenes atendiendo a los diferentes métodos.

Tabla 26. Comparativa de los tres métodos en la demanda y abastecimiento de agua de lluvia. Zona 1

Zona 1	Método 1	Método 2		Método 3	
Precipitación anual (mm)	Demanda m³	Abastecimiento m³	Demanda m³	Abastecimiento m³	Demanda m³
468	*647,46	476,10	647,46	270,10	497,73

$$\text{*Demanda Zona 1: } (5,40 \times 365 \times 373,29 \times 0,80) + (2,16 \times 365 \times 373,29 \times 0,20) \\ = 647.464,04 \text{ l} = 647,46 \text{ m}^3$$

Tabla 27. Comparativa de los tres métodos en la demanda y abastecimiento de agua de lluvia. Zona 2

Zona 2	Método 1	Método 2		Método 3	
Precipitación anual (mm)	Demanda m³	Abastecimiento m³	Demanda m³	Abastecimiento m³	Demanda m³
468	*1.158,81	776,49	1.158,81	449,08	890,82

$$\text{*Demanda: } (5,40 \times 365 \times 668,10 \times 0,80) + (2,16 \times 365 \times 668,10 \times 0,20) = 1.158.806,09 \text{ l} \\ = 1.158,81 \text{ m}^3.$$

En general el método 3 es más conservador tanto para el agua que recogemos como para el agua que demanda el jardín. Se puede ver que existe relación entre el agua demandada y el que se puede reutilizar del agua de lluvia del 67 % para el método 2 y del 50% para el método 3.

Al calcular los depósitos por los tres métodos, salen unos resultados un poco dispares si comparamos el cálculo de volumen del depósito por el primer método, comparándolo con los otros dos.

A continuación, se muestra la tabla 28, un resumen los volúmenes adoptados para los depósitos en cada una de las zonas estudiadas.

Tabla 28. Resumen de volúmenes de los depósitos

Volumen Depósito (m³)	Método 1	Método 2	Método 3
Zona 1	53,22	19,01	24,88
Zona 2	95,24	22,56	41,52

Adoptamos las superficies de los depósitos por el método 3, ya que los resultados obtenidos son los intermedios de los tres métodos de cálculo realizados y el método 3 es algo más riguroso.

Una vez obtenidos los volúmenes de los depósitos, tenemos que elegir en el mercado, los depósitos que encajen con los requerimientos planteados.

El objetivo del almacenamiento del agua de lluvia es acumular en las mejores condiciones el agua procedente de la lluvia. Para ello se debe de elegir el depósito adecuado. El agua debe estar filtrada previamente y el depósito debe ser exclusivo para regar.

Al depósito se le debe proteger de la luz ultravioleta y del calor. Es imprescindible disponer de un registro o arqueta de entrada para inspeccionar el depósito y poder realizar labores de mantenimiento. Al igual que es imprescindible contar con un rebosadero, situado en la cota inferior del depósito, para evitar un desbordamiento del agua de lluvia acumulada. Existe la posibilidad de disponer de un sistema de entrada de agua de la red.

En el mercado existen varias casas que fabrican depósitos para acumulación del agua de lluvia.

Se propone el siguiente modelo de la casa Graf depósito soterrado Carat S. Incluye el Depósito, cúpula maxi, cubierta telescópica, pack filtración, grupo de bombeo y agua control, según se muestra en la figura 76.

Depósito soterrado Carat S el único en 2 mitades

Capacidades desde 2.700 l hasta 6.500 l
Con cubiertas transitables por peatones y
vehículos. Acceso al depósito mediante la
cubierta telescópica.

Depósito soterrado Carat S
Transitable en coche
(no incluye cúpula ni cubierta)

Litros [l]	Código
2.700	372024
3.750	372025
4.800	372026
6.500	372027
9.600*	009600
13.000*	013000

* Conjunto de depósitos Carat S en serie




Figura 76. Características depósito de agua de lluvia

Se propone para la Zona 1 utilizar 2 tanques en serie de 13.000 l cada uno.

En la Zona 2 se propone utilizar 3 tanques es serie de 13.000 l cada uno.

Los depósitos de 13.000 l están formados por dos depósitos de 6500 l en serie. Con lo que para la Zona 1 tendríamos 4 depósitos de 6.500 l y para la Zona 2, 6 depósitos de 6.500 l.

Los tanques estarán enterrados en los patios interiores. Todas las bajantes pertenecientes a cada zona se unirán en un solo conducto que entrará por gravedad por la parte superior del primer depósito. El rebosadero de los tanques, estará conectado a la entrada del siguiente, y el último será el que disponga del rebosadero conectado a la red de alcantarillado.

Cada depósito cuenta con una bomba de presión interior (sumergible) que permite extraer individualmente el agua necesaria para el riego.

Una de las ventajas de la instalación propuesta es que ofrece la posibilidad de futuras conexiones de más depósitos en serie, si fuese necesario (bien porque se añade superficie de captación o porque se comprueba que es posible acumular más agua de la prevista debido a las lluvias torrenciales periódicas).

8.3 ANALISIS ECONÓMICO Y AMORTIZACIÓN

Se ha consultado los precios de la casa suministradora del depósito. El depósito de 13.000l aproximadamente asciende a unos 6.300,83 €. Se ha realizado un pequeño presupuesto para la instalación de los depósitos y la conexión con la red de bajantes actual de la recogida de aguas pluviales de cubierta. El presupuesto ascendería aproximadamente a unos **44.031,50 €**. (Véase presupuesto adjunto).

Se va a realizar una amortización de la instalación teniendo en cuenta el precio del m³ de agua. Se estima que el precio m² de agua se sitúa en torno a 1,5 €.

La relación aproximada del agua de lluvia reutilizada para la demanda del jardín estaría con el método 2 en torno al 70% y según el método 3 entorno al 50%. Se considera un porcentaje aproximado del 60%.

La demanda más desfavorable total sería la suma de la Zona 1 y de la Zona 2 con el método 1, que correspondería a una demanda de 1.879,08 m³ de agua para el jardín. Si se aplica el porcentaje de agua que se podría ahorrar sería:

$$1.879,08 \times 60\% = 1.127,45 \text{ m}^3.$$

- Si el precio del agua de la red es de 1,5 €/m³, eso supone un ahorro en euros de:

$$1.127,45 \times 1,5 = \mathbf{1.691,17 \text{ €/año de ahorro.}}$$

La amortización de la instalación suponiendo un ahorro de 1.691,17 €/año, suponiendo una cantidad en concepto de mantenimiento del sistema de aproximadamente 100

€/año.

$$44.031,50 - 1.691,17 = 42.340,33 \text{ € primer año}$$

$$42.340,33 / (1.691,17 - 100) = 26,61 \text{ años.}$$

La instalación se amortizaría en 27 años

-Si el precio del agua de la red subiera por ejemplo a la media europea 3,5 €/m³

$$1.127,45 \times 3,5 = \mathbf{3.946,07 \text{ €/año de ahorro.}}$$

$$44.031,50 - 3.946,07 = 40.085,43 \text{ € primer año}$$

$$40.085,43 / (3.946,07 - 100) = 10,42 \text{ años.}$$

La instalación se amortizaría en 10 años

Con el Método 2, la demanda para el jardín sería de 1.710,48 m³ y un rendimiento del 70%

- Si el precio del agua de la red es de 1,5 €/m³:

$$(1.710,48 \times 0,70) \times 1,5 = \mathbf{1.796,00 \text{ €/año de ahorro.}}$$

$$44.031,50 - 1.796,00 = 42.235,50 \text{ € primer año}$$

$$42.235,50 / (1.796,00 - 100) = 24,90 \text{ años.}$$

La instalación se amortizaría en 25 años

-Si el precio del agua de la red subiera por ejemplo a la media europea 3,5 €/m³

$$(1.710,48 \times 0,70) \times 3,5 = \mathbf{4.190,67 \text{ €/año de ahorro.}}$$

$$44.031,50 - 4.190,67 = 39.840,83 \text{ € primer año}$$

$$39.840,83 / (4.190,67 - 100) = 9,74 \text{ años.}$$

La instalación se amortizaría en 10 años

Con el Método 3, la demanda para el jardín sería de 1.388,55 m³ y un rendimiento del 50%

- Si el precio del agua de la red es de 1,5 €/m³:

$$(1.388,55 \times 0,50) \times 1,5 = \mathbf{694,28 \text{ €/año de ahorro.}}$$

$$44.031,50 - 694,28 = 43.337,22 \text{ € primer año}$$

$$43.337,22 / (694,28 - 100) = 72,93 \text{ años.}$$

La instalación se amortizaría en 73 años

-Si el precio del agua de la red subiera por ejemplo a la media europea 3,5 €/m³

$$(1.388,55 \times 0,50) \times 3,5 = \mathbf{2.429,96 \text{ €/año de ahorro.}}$$

$$44.031,50 - 2.429,96 = 41.601,54 \text{ € primer año}$$

$$41.601,54 / (2.429,96 - 100) = 17,85 \text{ años.}$$

La instalación se amortizaría en 18 años

Si realizamos los cálculos con la demanda de los otros dos métodos nos saldrían diferentes resultados. Para el método 2 la amortización con la cuota de agua al 1,5 €/m³ y un ahorro del 70%, la instalación se amortizaría en 25 años y con el tercer método con un porcentaje de ahorro del 50% se amortizaría la instalación en 73 años.

8.4 CONCLUSIONES RESPECTO A LA PROPUESTA PARA EL AHORRO EN EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA DE LLUVIA

Después de calcular las amortizaciones de la instalación del sistema de recogida de aguas pluviales en el instituto, podemos comprobar que el precio del agua y la cantidad de m³ recogidos por el sistema, son factores importantes a la hora de rentabilizar la instalación.

Se comprueba que, con el tercer método, más estricto, no saldría rentable su instalación. Con el método 2 la amortización sería viable.

La colocación de depósitos en serie hace que se pueda añadir más si las condiciones climatológicas lo permiten.

El enfoque que deberíamos de dar al sistema no debería ser tanto desde el punto de vista económico si no desde el punto de vista medioambiental. Se debe tener en consideración los recursos naturales con los que contamos. La apuesta desde las instituciones públicas en fomentar e implantar métodos alternativos para la reutilización de una materia prima tan importante como es el agua, podría ser un buen enfoque para la implantación de este sistema.

En conversación con el técnico del Ayuntamiento, transmitió la poca concienciación social que tiene el municipio respecto a la reutilización del agua de lluvia. En palabras textuales “Vila-Real dispone de agua suficiente y los que indican lo contrario solo quieren meter miedo”.

9. CONCLUSIONES FINALES

El objetivo de este proyecto era estudiar la rehabilitación integral de un edificio docente, en este caso I.E.S Francesc Tárrega de Vila-Real, mediante el análisis de tres variables, como son la envolvente térmica, las instalaciones y el aprovechamiento del agua de lluvia. Para cada una de estas tres variables, se ha realizado un estudio inicial de su estado actual, se ha propuesto una serie de medidas de mejora, basadas en criterios de sostenibilidad, para disminuir la demanda y el gasto energético y se ha analizado el coste de dichas medidas de mejora y su amortización. Además, se ha realizado la simulación energética a través del programa C3X, para su estado actual y con las diferentes medidas de mejora propuestas.

El instituto fue construido en el año 1966 y fue ampliado en el año 2001. Se trata de una edificación en bloque abierto de forma rectangular que se compone de una planta baja y dos plantas altas. Dispone de dos patios interiores ajardinados. Las zonas no ocupadas por la edificación se destinan, a zonas verdes en la entrada y zonas deportivas pavimentadas en la parte posterior al edificio.

A nivel de la envolvente térmica se propone como medida de mejora la rehabilitación de las fachadas con un sistema SATE (sistema de aislamiento térmico por el exterior). El coste económico ascendería a 307.218,64 €. El periodo teórico de la inversión sería de unos 38 años. Se trata de un retorno de la inversión muy largo, pero, con esta medida estamos haciendo que se reduzca en un 65 % la demanda de calefacción y que se emitan un 65 % menos de dióxido de carbono a la atmósfera. Por otro lado, esta solución resuelve muchos de los puentes térmicos y permite mejorar el estado de conservación de la fachada, aportándole una nueva estética renovada y actualizada.

A nivel de las instalaciones, se plantea el cambio de las calderas de gas natural por dos calderas de biomasa alimentadas con astillas de madera, que además servirán de producción de ACS, lo que hace que eliminemos como fuente de energía el gas natural. Se estudia la sustitución de las luminarias fluorescentes existentes por tubos LED de última generación.

El cambio de calderas ascendería a 118.766,89 €. La instalación se podría amortizar en 10 años. Y supondría un ahorro económico del 61 %, y se mejorarían en un 91,5 % las emisiones de CO₂ arrojados a la atmosfera.

El cambio de luminarias es la medida más rápida y económica. El coste total supondría un gasto de 11.8970 €. La amortización se podría hacer en menos de un año reduciendo las emisiones por iluminación en un 50,4 %.

Si estudiamos todas las medidas en conjunto generaríamos un gran ahorro de energía y reduciríamos un 63 % las emisiones de CO₂ emitidas a la atmosfera. La inversión de todas las medidas juntas asciende a 440.741,48 €. El retorno de la inversión de las medidas en su conjunto es de 20 años.

Otro aspecto relacionado con la sostenibilidad, analizado en la rehabilitación del edificio, es la reutilización del agua de lluvia para el regadío de las zonas ajardinadas del instituto. El sistema, recogería el agua de lluvia de las cubiertas planas, divididas en dos zonas y se almacenarían en depósitos enterrados situados en los patios interiores. El coste de la medida ascendería a 44.031,50 €. La amortización de la instalación se realizaría en 73

años. Es una instalación que no saldría rentable económicamente. Esto es debido, a que en España el coste del m³ de agua es bajo respecto al gasto que supone la instalación. Pero este sistema, reporta beneficios desde el punto de vista medioambiental ayudando a la reutilización de una materia importante y escasa como es el agua.

Con todo lo expuesto, reducir la demanda energética y la generación del consumo en un edificio y en este caso público, a través de una mejora de su envolvente térmica, mejorando sus instalaciones y pudiendo aprovechar el agua de lluvia, mejora el confort aumenta la concienciación social y la visibilidad de estas medidas de mejora. Además, destacar, que el carácter docente del centro, sirve para sensibilizar a las generaciones futuras. El cuidado del medioambiente pasa por una buena utilización de sus recursos, pudiendo ser objeto de estudio, las técnicas aplicadas para la rehabilitación del centro.

No deberíamos conformarnos con lo mínimo o con lo fácil y aplicar diferentes sistemas que puedan revertir en la sociedad quizá no tan presente, pero si en la futura. Debemos de implantar instalaciones que contribuyan al desarrollo sostenible y aprovechar las tecnologías existentes.

10. BIBLIOGRAFÍA

- M^a José Ruá Aguilar, Marta Braulio Gonzalo; Ángel Barragán Cervera. (2017). «Rehabilitación energética en edificación». Grado en Arquitectura Técnica de la Universitat Jaume I de Castellón. ISBN: 978-84-16546-24-4
- Aqua España (2016). «Guía Técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios». Asociación Española de Empresas de tratamiento y control de aguas.
- Juan Gallardo Recio y Jose Ignacio Cornejo Sanchez (x). «Sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales». Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Sevilla, Grupo Tar.
- Iván Fernandez Pérez (2009). «Aprovechamiento de aguas pluviales». Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica de la Universidad Politécnica de Catalunya.

- Rafael Heredero Rodriguez, Raquel Chamochín, José Luis Vilar y Francisco Suárez (2010). «Eficiencia en el uso del agua en jardinería en la Comunidad de Madrid». Canal de Isabel II. ISBN: 978-84-938193-1-6
- Junta de Castilla y León. Fichas del área de actuación «Recuperación de Agua de Lluvia».
- CTN 149 Ingeniería del agua, AEAS (Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento (2019). «Sistemas in situ de agua no potable. Parte 1: Sistemas para la utilización de agua de lluvia». Norma Española UNE-EN 16941-1.
- Francisco Moreno Delgado (2012). «Estudio Técnico y económico para la sustitución del gasóleo por biomasa térmica en edificios urbanos». Escuela Técnica superior de Ingenieros de Minas.
- Adrián Barrio Cortés (2017). «Análisis y comparación de caldera de biomasa frente a caldera de gas en calefacción». Universidad Carlos III de Madrid.
- Habitat III (2017). «Nueva Agenda Urbana». Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Sostenible. ISBN: 978-92-1-132736-6
- IDAE (2012). «Sistemas de Aislamiento Térmico Exterior (SATE) para la Rehabilitación de la Envolvente Térmica de los Edificios». Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. ISBN: 978-84-96680-59-3

Páginas de consulta

- Ayuntamiento de Vila-Real. (10.06.2019)
<https://www.vila-real.es>
- Instituto IES Francesc Tàrraga. (10.06.2019)
<http://mestreacasa.gva.es/web/iesfrancesctarrega/ordenacioacademica>
- Guía para el desarrollo de la normativa local en la lucha contra el cambio climático. (29.01.2020)
[http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST297ZI75918&id=75918.](http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST297ZI75918&id=75918)

- Asociación Española de Empresas del Sector del Agua (29.01.2020)
<https://www.aquaespana.org/>
- Aemet. Tabla de valores climáticos en Castellón (29.01.2020)
<http://www.aemet.es>
- Web Caldera de Biomasa Termosun (01.06.2020)
<https://www.termosun.com/termosun-calderas/gama-herz/firematic-80-501/>
- Web Depósitos de Inercia Lapesa (01.06.2020)
<http://www.lapesa.es/es/agua-caliente-sanitaria/master-vitro.html>
- Web Sistemas especializados de aislamiento térmico Grupo IVAS. (01.06.2020)
https://www.gruppoivas.com/aislamiento_termico/
- Asociación de la biomasa AVEBIOM (01.06.2020)
<https://www.avebiom.org/>
- Web suministrador de astillas de Vilafamés. Leñas Oliver (20.06.2020)
<http://www.lenasoliver.com/>

11. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los autores del Proyecto de Ejecución de adecuación con ampliación Institut Francesc Tàrraga, Vila-Real, Castellón, Juan Añón Gómez, Rafael Martínez Sánchez, Gemma Martí Sanjuan y Ramón Calvo Soto, la cesión de la documentación gráfica del proyecto con fines docentes.

A María José Ruá, mi tutora, por guiarme también en la consecución del proyecto y centrar las ideas. Por su ánimo y comprensión. Gracias.

A Pablo Rochera, vicedirector del I.ES. Francisco Tàrraga, por facilitarme el acceso al centro, explicarme la organización del instituto y hacer de guía por sus instalaciones. Gracias por atenderme al teléfono en numerosas ocasiones.

A David.

12. ANEXOS

12.1 CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	I.E.S Francesc Tárrega		
Dirección	Calle Ausias March nº 13		
Municipio	Vila-Real	Código Postal	12540
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Zona climática	B3	Año construcción	1998
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	8350513YK4285S0001ZI		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<input checked="" type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Concepción Encinar Galán	NIF(NIE)	70055101E
Razón social	--	NIF	--
Domicilio	Calle Padre Lluís Maria Llop nº 52, Entresuelo		
Municipio	Vila-Real	Código Postal	12540
Provincia	Castellón	Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
e-mail:	riofrio2004@hotmail.com	Teléfono	677209447
Titulación habilitante según normativa vigente	Arquitecto Técnico. Nº Colegiado 1312		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
<div> <div>< 38.2 A</div> <div>38.2-62.1 B</div> <div>62.1-95.5 C</div> <div>95.5-124.2 D</div> <div>124.2-152.9 E</div> <div>152.9-191.1 F</div> <div>≥ 191.1 G</div> </div>	<div> <div>< 7.2 A</div> <div>7.2-11.7 B</div> <div>11.7-18.0 C</div> <div>18.0-23.4 D</div> <div>23.4-28.8 E</div> <div>28.8-36.0 F</div> <div>≥ 36.0 G</div> </div>
97.6 D	18.4 D

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 20/06/2020

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	8861.62
----------------------------------	---------

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
PB. Fachada NO 1. (2.1)	Fachada	33.44	0.53	Conocidas
PB. Fachada NO 2. (2)	Fachada	75.46	0.53	Conocidas
PB. Fachada SO 1. (2)	Fachada	32.31	0.53	Conocidas
PB. Fachada NO 3. (2)	Fachada	42.87	0.53	Conocidas
PB. Fachada NE 1. (2)	Fachada	42.25	0.53	Conocidas
PB. Fachada SE 1. (2)	Fachada	28.01	0.53	Conocidas
PB. Fachada NO 4. (2)	Fachada	52.96	0.53	Conocidas
PB. Fachada NE 2. (2)	Fachada	21.12	0.53	Conocidas
PB. Fachada SE 2. (2)	Fachada	164.95	0.53	Conocidas
PB. Fachada SO 2. (5.1)	Fachada	31.87	0.50	Conocidas
PB. Fachada SO 3. (2)	Fachada	46.4	0.53	Conocidas
PB. Fachada NO 5. (5)	Fachada	149.32	0.51	Conocidas
PB. Fachada NE 3. (5)	Fachada	21.12	0.51	Conocidas
PB. Fachada SE 3. (5)	Fachada	37.95	0.51	Conocidas
PB. Fachada SO 4. (5)	Fachada	41.18	0.51	Conocidas
PB. Fachada SE 4. (5)	Fachada	91.89	0.51	Conocidas
PB. Fachada SO 5. (5.1)	Fachada	32.68	0.50	Conocidas
PB. Fachada NO 6. (5)	Fachada	69.33	0.51	Conocidas
PB. Fachada SE 5. (2)	Fachada	42.15	0.53	Conocidas
PB. Fachada SO 6. (2)	Fachada	22.24	0.53	Conocidas
PB. Fachada SO 7. (5)	Fachada	37.16	0.51	Conocidas

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² .K]	Modo de obtención
Suelo con terreno	Suelo	2838.43	1.00	Por defecto
PB. Partición vertical	Partición Interior	205.79	1.80	Por defecto
PB. Cubierta de Grava	Cubierta	673.98	0.44	Conocidas
PB. Cubierta de Chapa	Cubierta	530.67	0.58	Conocidas
PB. Cubierta de Baldosín Catalán	Cubierta	110.79	1.19	Conocidas
P1-2. Fachada NO 1. (2.1)	Fachada	68.03	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NO 2. (2)	Fachada	178.08	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NE 1. (2)	Fachada	47.71	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada SE 1. (2)	Fachada	57.79	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NE 2. (2)	Fachada	391.11	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NE 3. (2.1)	Fachada	51.87	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada SE 2. (2.1)	Fachada	36.56	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada SE 3. (2)	Fachada	73.86	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NE 4. (2)	Fachada	42.01	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NO 3. (2)	Fachada	39.1	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NE 5. (2)	Fachada	89.48	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada SE 4. (2)	Fachada	76.15	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada SO 1. (2)	Fachada	92.87	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada SE 5. (5)	Fachada	62.68	0.51	Conocidas
P1-2. Fachada SO 2. (5)	Fachada	305.6	0.51	Conocidas
P1-2. Fachada SO 3. (5.1)	Fachada	130.58	0.50	Conocidas
P1-2. Fachada SO 4. (5)	Fachada	77.25	0.51	Conocidas
P1-2. Fachada SO 5. (5.1)	Fachada	27.27	0.50	Conocidas
P1-2. Fachada SO 6. (5)	Fachada	31.85	0.51	Conocidas
P1-2. Fachada SE 6. (5)	Fachada	94.71	0.51	Conocidas
P1-2. Fachada SO 7. (2)	Fachada	177.64	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NO 4. (2)	Fachada	89.11	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NE 6. (2)	Fachada	177.64	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada SE 7. (5)	Fachada	89.11	0.51	Conocidas
P1-2. Fachada SO 8. (2)	Fachada	253.85	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NO 5. (2)	Fachada	89.11	0.53	Conocidas
P1-2. Fachada NE 7. (2)	Fachada	253.85	0.53	Conocidas
P1-2. Cubierta de grava	Cubierta	473.48	0.44	Conocidas
P1-2. Cubierta de Baldosín Catalán	Cubierta	2906.64	1.19	Conocidas
P1-2. Suelo con aire	Suelo	1426.28	1.00	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² .K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
VE-8-PB-NO2	Hueco	1.8	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-4-PB-NO2	Hueco	12.6	3.73	0.64	Estimado	Estimado
VE-1-PB-SO1	Hueco	4.17	3.78	0.54	Estimado	Estimado
VE-1-PB-NO3	Hueco	8.33	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-1-PB-NE1	Hueco	16.66	3.78	0.63	Estimado	Estimado
PE-1-PB-SE1	Hueco	5.27	5.70	0.51	Estimado	Estimado
PE-1-PB-SE2	Hueco	5.27	5.70	0.51	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
VE-5-PB-SE2	Hueco	8.0	3.73	0.64	Estimado	Estimado
VE-4-PB-SE2	Hueco	25.2	3.73	0.64	Estimado	Estimado
VE-8-PB-SE2	Hueco	1.8	3.78	0.47	Estimado	Estimado
VE-11-PB-SE2	Hueco	17.28	3.73	0.64	Estimado	Estimado
PE-4-PB-SE3	Hueco	3.48	5.70	0.14	Estimado	Estimado
VE-1-PB-SE3	Hueco	4.17	3.78	0.54	Estimado	Estimado
PE-1-PB-SO4	Hueco	21.06	5.70	0.51	Estimado	Estimado
VE-8-PB-SE4	Hueco	1.8	3.78	0.47	Estimado	Estimado
PE-1-PB-SE4	Hueco	5.27	5.70	0.51	Estimado	Estimado
VE-6-PB-SE4	Hueco	16.8	3.78	0.54	Estimado	Estimado
VE-7-PB-SE4	Hueco	6.0	3.73	0.64	Estimado	Estimado
PE-2-PB-SO5	Hueco	13.33	5.70	0.59	Estimado	Estimado
VE-1-PB-SO5	Hueco	8.33	3.78	0.54	Estimado	Estimado
VE-6-PB-NO5	Hueco	16.8	3.78	0.63	Estimado	Estimado
PE-1-PB-NO5	Hueco	5.27	5.70	0.59	Estimado	Estimado
PE-4-PB-SE5	Hueco	6.96	5.70	0.14	Estimado	Estimado
VE-1-PB-SE5	Hueco	8.33	3.78	0.54	Estimado	Estimado
VE-1-PB-SO6	Hueco	8.33	3.78	0.54	Estimado	Estimado
PE-3-PB-SO6	Hueco	17.69	5.70	0.59	Estimado	Estimado
PE-4-PB-SO7	Hueco	3.48	5.70	0.14	Estimado	Estimado
VE-9-PB-SO7	Hueco	1.8	3.78	0.47	Estimado	Estimado
PE-1-PB-SO7	Hueco	5.27	5.70	0.51	Estimado	Estimado
VE-7-PB-NO6	Hueco	6.0	3.73	0.64	Estimado	Estimado
VE-12-PB-NO6	Hueco	9.8	3.73	0.64	Estimado	Estimado
PE-1-PB-NO6	Hueco	5.27	5.70	0.59	Estimado	Estimado
VE-1-P1y2-NO2	Hueco	66.64	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-1-P1y2-NE1	Hueco	16.66	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-13-P1y2-NE2	Hueco	28.2	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-14-P1y2-NE2	Hueco	28.2	3.90	0.60	Estimado	Estimado
VE-15-P1y2-NE2	Hueco	9.4	3.90	0.60	Estimado	Estimado
VE-16-P1y2-NE2	Hueco	28.2	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-17-P1y2-NE2	Hueco	15.6	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-18-P1y2-NE2	Hueco	15.6	3.90	0.60	Estimado	Estimado
VE-5-P1y2-SE2	Hueco	8.0	3.78	0.27	Estimado	Estimado
VE-6-P1y2-SE3	Hueco	9.6	3.78	0.23	Estimado	Estimado
VE-5-P1y2-NE4	Hueco	8.0	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-10-P1y2-NE5	Hueco	10.8	3.78	0.63	Estimado	Estimado
PE-1-P1y2-SE4	Hueco	5.27	5.70	0.51	Estimado	Estimado
VE-7-P1y2-SE4	Hueco	18.0	3.78	0.27	Estimado	Estimado
VE-11-P1y2-SO1	Hueco	7.68	3.78	0.27	Estimado	Estimado
VE-11-P1y2-SE5	Hueco	7.68	3.78	0.23	Estimado	Estimado
VE-11-P1y2-SO2	Hueco	38.4	3.78	0.27	Estimado	Estimado
VE-11-P1y2-SO3	Hueco	7.68	3.78	0.27	Estimado	Estimado
VE-19-P1y2-SO3	Hueco	23.2	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-7-P1y2-SO4	Hueco	36.0	3.78	0.31	Estimado	Estimado

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
VE-19-P1y2-SO5	Hueco	23.2	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-8-P1y2-SO6	Hueco	1.8	3.78	0.23	Estimado	Estimado
VE-12-P1y2-SE6	Hueco	19.6	3.78	0.22	Estimado	Estimado
VE-13-P1y2-SO7	Hueco	37.6	3.78	0.31	Estimado	Estimado
PE-1-P1y2-SO7	Hueco	5.27	5.70	0.51	Estimado	Estimado
VE-4-P1y2-NO4	Hueco	25.2	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-13-P1y2-NE6	Hueco	37.6	3.78	0.63	Estimado	Estimado
PE-1-P1y2-NE6	Hueco	5.27	5.70	0.59	Estimado	Estimado
VE-4-P1y2-SE7	Hueco	25.2	3.78	0.27	Estimado	Estimado
VE-4-P1y2-SO8	Hueco	37.8	3.78	0.31	Estimado	Estimado
VE-8-P1y2-SO8	Hueco	7.2	3.78	0.23	Estimado	Estimado
VE-4-P1y2-NO5	Hueco	25.2	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-4-P1y2-NE7	Hueco	37.8	3.78	0.63	Estimado	Estimado
VE-8-P1y2-NE7	Hueco	7.2	3.78	0.63	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo calefacción	Caldera Estándar		77.4	Gas Natural	Estimado
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		270.7	Electricidad	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		322.5	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	630.0
-------------------------------------------------	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Estándar	67	84.2	Gas Natural	Estimado
Equipo ACS Peluquería	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
TOTALES	ACS				

4. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² ·100lux]	Iluminación media [lux]	Modo de obtención
Planta Primera y Segunda	8.58	2.86	300.00	Conocido
Planta Baja	6.65	2.22	300.00	Conocido
TOTALES	7.46			

5. CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Edificio	8861.62	Intensidad Alta - 8h

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Intensidad Alta - 8h
----------------	----	-----	----------------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES					
<div><div>< 7.2A</div><div>7.2-11.7B</div><div>11.7-18.0C</div><div>18.0-23.4D</div><div>23.4-28.8E</div><div>28.8-36.0F</div><div>≥ 36.0G</div></div>	<div>18.4D</div>	CALEFACCIÓN		ACS			
		Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]	F	Emisiones ACS [kgCO2/m² año]	G		
		8.96		0.54			
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN			
		Emisiones globales [kgCO2/m² año]		Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]	B	Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]	C
				2.74		6.18	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
Emisiones CO ₂ por consumo eléctrico	8.97	79472.13
Emisiones CO ₂ por otros combustibles	9.45	83742.23

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
<div><div>< 38.2 A</div><div>38.2-62.1 B</div><div>62.1-95.5 C</div><div>95.5-124.2 D</div><div>124.2-152.9 E</div><div>152.9-191.1 F</div><div>≥ 191.1 G</div></div> <div>97.6 D</div>		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción</i> [kWh/m² año]	G	<i>Energía primaria ACS</i> [kWh/m² año]	F
		42.36		2.54	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable</i> [kWh/m² año]		<i>Energía primaria refrigeración</i> [kWh/m² año]	B	<i>Energía primaria iluminación</i> [kWh/m² año]	C
		16.18		36.49	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
<div><div>< 4.5A</div><div>4.5-7.3B</div><div>7.3-11.3C</div><div>11.3-14.7D</div><div>14.7-18.0E</div><div>18.0-22.5F</div><div>≥ 22.5G</div></div>	<div>27.8G</div>	<div><div>< 9.4A</div><div>9.4-15.2B</div><div>15.2-23.4C</div><div>23.4-30.4D</div><div>30.4-37.4E</div><div>37.4-46.8F</div><div>≥ 46.8G</div></div>	<div>16.6C</div>
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		Demanda de refrigeración [kWh/m² año]	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Mejora de la envolvente térmica por el exterior

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
< 38.2 A	75.3 C	< 7.2 A	13.5 C
38.2-62.1 B		7.2-11.7 B	
62.1-95.5 C		11.7-18.0 C	
95.5-124.2 D		18.0-23.4 D	
124.2-152.9 E		23.4-28.8 E	
152.9-191.1 F		28.8-36.0 F	
≥ 191.1 G		≥ 36.0 G	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
< 4.5 A	9.7 C	< 9.4 A	22.1 C
4.5-7.3 B		9.4-15.2 B	
7.3-11.3 C		15.2-23.4 C	
11.3-14.7 D		23.4-30.4 D	
14.7-18.0 E		30.4-37.4 E	
18.0-22.5 F		37.4-46.8 F	
≥ 22.5 G		≥ 46.8 G	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	12.35	65.2%	11.02	-33.2%	2.11	0.0%	18.68	0.0%	44.16	31.6%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	14.72 C	65.2%	21.54 C	-33.2%	2.54 F	0.0%	36.49 C	0.0%	75.29 C	22.8%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	3.11 B	65.2%	3.65 C	-33.2%	0.54 G	0.0%	6.18 C	0.0%	13.48 C	26.8%
Demanda [kWh/m² año]	9.66 C	65.2%	22.13 C	-33.2%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

En este conjunto se incluye la medida pasiva de mejora de la envolvente térmica del edificio mediante un sistema SATE: - Aislamiento térmico por el exterior de fachada (6cm) Poliestireno Espandido + Acabado. El aislamiento añadido tendrá una transmitancia térmica de 0,030 W/mK. En cualquier caso, se tendrán en cuenta los valores de transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire según lo recogido en la Orden FOM/1635/2013 por la que se actualiza el Documento Básico CTE-DB-HE "Ahorro de Energía", Sección HE1: Limitación de la demanda energética, tabla 2.3.

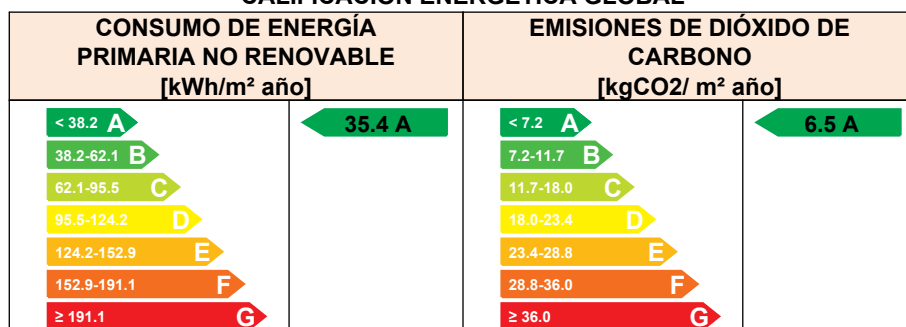
Coste estimado de la medida

307218.64 €

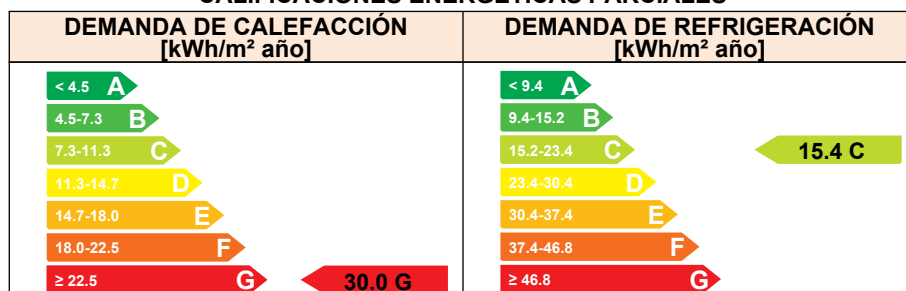
Otros datos de interés

La referencia comercial del sistema SATE propuesto es TermoK8* HP. Está formado por una aislante EPS 30HP. Panel aislante térmico de poliestireno expandido estabilizado con una conductividad térmica de 0,030 W/mk.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original		Valor	ahorro respecto a la situación original		Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	34.24	3.6%		7.65	7.6%		4.07	-92.8%	9.26	50.4%	55.23	14.5%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	2.22	A 94.8%		14.95	B 7.6%		0.14	A 94.5%	18.10	A 50.4%	35.42	A 63.7%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	0.82	A 90.8%		2.53	B 7.6%		0.07	A 86.3%	3.07	A 50.4%	6.49	A 64.7%
Demanda [kWh/m² año]	30.04	G -8.0%		15.36	C 7.6%							

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

En este conjunto se incluyen dos medidas activas de mejora de las instalaciones del edificio: - Sustitución de las calderas para calefacción actual, que funcionan con gas natural, por otras de similares características, pero alimentada por biomasa no densificada (astillas). Además sustituimos el termo acumulador de ACS aprovechando la caldera de biomasa para generar ACS - Sustitución de las luminarias fluorescentes con una potencia de 36 W por lámparas LED de última generación de 14,5 W.

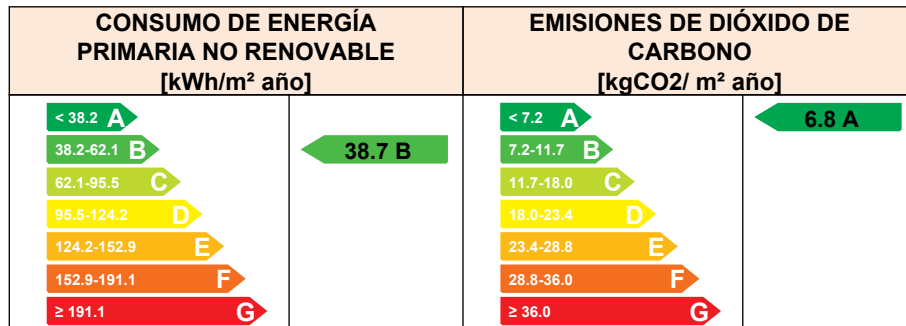
Coste estimado de la medida

133522.84 €

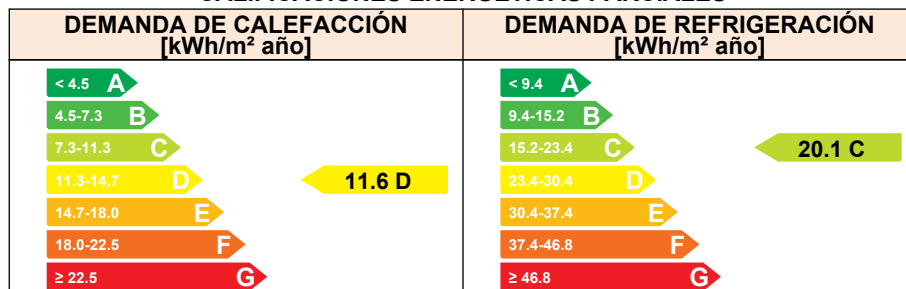
Otros datos de interés

La referencia comercial de las calderas propuestas, son dos calderas HERZ Firematic 251. La referencia comercial de los tubos de LED es Core Pro LED tubo 1200 mm de 14,5 W 840 C GLASS. Marca: PHILIPS.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	13.27	62.6%	10.02	-21.1%	4.07	-92.8%	9.26	50.4%	36.63	43.3%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	0.86	A 98.0%	19.58	C -21.1%	0.14	A 94.5%	18.10	A 50.4%	38.69	B 60.3%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m² año]	0.32	A 96.4%	3.32	C -21.1%	0.07	A 86.3%	3.07	A 50.4%	6.78	A 63.2%
Demanda [kWh/m² año]	11.64	D 58.1%	20.12	C -21.1%						

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

En este conjunto se incluyen las tres medidas de mejora en cuanto a la envolvente térmica y las instalaciones del edificio: - Aislamiento térmico por el exterior de fachada (6cm) Poliestireno Espandido + Acabado. El aislamiento añadido tendrá una transmitancia térmica de 0,030 W/mK. - Sustitución de las calderas para calefacción actual, que funcionan con gas natural, por otras de similares características, pero alimentada por biomasa no densificada (astillas). Además sustituimos el termo acumulador de ACS aprovechando la caldera de biomasa para generar ACS. - Sustitución de las luminarias fluorescentes con una potencia de 36 W por lámparas LED de última generación de 18 W.

Coste estimado de la medida

440741.48 €

Otros datos de interés

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

La referencia comercial del sistema SATE propuesto es TermoK8* HP. Está formado por una aislante EPS 30HP. Panel aislante térmico de poliestireno expandido estabilizado con una conductividad térmica de 0,030 W/mk. La referencia comercial de las calderas propuestas, son dos calderas HERZ Firematic 251. La referencia comercial de los tubos de LED es Core Pro LED tubo 1200 mm de 14,5 W 840 C GLASS. Marca: PHILIPS.

ANEXO IV PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	20/06/2020
-------------------------------------------------------------------	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Visitas de campo al edificio para la toma de datos y mediciones.

El coste de las medidas se ha calculado por comparación con obras similares, y con precios obtenidos de la publicidad de los fabricantes y suministradores, así como de bases de precios publicadas por distintos colegios profesionales.

Si el propietario del edificio decidiera acometer cualquiera de las medidas propuestas, deberá contratar los servicios de técnicos competentes para que redacten los proyectos técnicos necesarios y lleven a cabo las direcciones de obra correspondientes.


DOCUMENTACION ADJUNTA

Planos de distribución, fachadas e instalaciones del Instituto.

Reportaje fotográfico del Instituto.

12. ANEXOS

12.2 INFORME DE MEDIDAS DE MEJORA

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Mejora de la envolvente termica por el exterior


DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
<p>Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)</p> <p>En este conjunto se incluye la medida pasiva de mejora de la envolvente térmica del edificio mediante un sistema SATE: - Aislamiento térmico por el exterior de fachada (6cm) Poliestireno Espandido + Acabado. El aislamiento añadido tendrá una transmitancia térmica de 0,030 W/mK. En cualquier caso, se tendrán en cuenta los valores de transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire según lo recogido en la Orden FOM/1635/2013 por la que se actualiza el Documento Básico CTE-DB-HE "Ahorro de Energía", Sección HE1: Limitación de la demanda energética, tabla 2.3.</p>
<p>Coste estimado de la medida</p> <p>307218.64 €</p>
<p>Otros datos de interés</p> <p>La referencia comercial del sistema SATE propuesto es TermoK8* HP. Está formado por una aislante EPS 30HP. Panel aislante térmico de poliestireno expandido estabilizado con una conductividad térmica de 0,030 W/mk.</p>

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
<p>< 38.2 A</p> <p>38.2-62.1 B</p> <p>62.1-95.5 C</p> <p>95.5-124.2 D</p> <p>124.2-152.9 E</p> <p>152.9-191.1 F</p> <p>≥ 191.1 G</p>	<p>< 7.2 A</p> <p>7.2-11.7 B</p> <p>11.7-18.0 C</p> <p>18.0-23.4 D</p> <p>23.4-28.8 E</p> <p>28.8-36.0 F</p> <p>≥ 36.0 G</p>
75.29 C	13.48 C

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
<p>< 4.5 A</p> <p>4.5-7.3 B</p> <p>7.3-11.3 C</p> <p>11.3-14.7 D</p> <p>14.7-18.0 E</p> <p>18.0-22.5 F</p> <p>≥ 22.5 G</p>	<p>< 9.4 A</p> <p>9.4-15.2 B</p> <p>15.2-23.4 C</p> <p>23.4-30.4 D</p> <p>30.4-37.4 E</p> <p>37.4-46.8 F</p> <p>≥ 46.8 G</p>
9.66 C	22.13 C

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	12.35	65.2%	11.02	-33.2%	2.11	0.0%	18.68	0.0%	44.16	31.6%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	14.72	C 65.2%	21.54	C -33.2%	2.54	F 0.0%	36.49	C 0.0%	75.29	C 22.8%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	3.11	B 65.2%	3.65	C -33.2%	0.54	G 0.0%	6.18	C 0.0%	13.48	C 26.8%
Demanda [kWh/m² año]	9.66	C 65.2%	22.13	C -33.2%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos


Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
PB. Fachada NO 1. (2.1)	Fachada	33.44	0.53	33.44	0.26
PB. Fachada NO 2. (2)	Fachada	75.46	0.53	75.46	0.26
PB. Fachada SO 1. (2)	Fachada	32.31	0.53	32.31	0.26
PB. Fachada NO 3. (2)	Fachada	42.87	0.53	42.87	0.26
PB. Fachada NE 1. (2)	Fachada	42.25	0.53	42.25	0.26
PB. Fachada SE 1. (2)	Fachada	28.01	0.53	28.01	0.26
PB. Fachada NO 4. (2)	Fachada	52.96	0.53	52.96	0.26
PB. Fachada NE 2. (2)	Fachada	21.12	0.53	21.12	0.26
PB. Fachada SE 2. (2)	Fachada	164.95	0.53	164.95	0.26
PB. Fachada SO 2. (5.1)	Fachada	31.87	0.50	31.87	0.25
PB. Fachada SO 3. (2)	Fachada	46.40	0.53	46.40	0.26
PB. Fachada NO 5. (5)	Fachada	149.32	0.51	149.32	0.25
PB. Fachada NE 3. (5)	Fachada	21.12	0.51	21.12	0.25
PB. Fachada SE 3. (5)	Fachada	37.95	0.51	37.95	0.25
PB. Fachada SO 4. (5)	Fachada	41.18	0.51	41.18	0.25
PB. Fachada SE 4. (5)	Fachada	91.89	0.51	91.89	0.25
PB. Fachada SO 5. (5.1)	Fachada	32.68	0.50	32.68	0.25
PB. Fachada NO 6. (5)	Fachada	69.33	0.51	69.33	0.25
PB. Fachada SE 5. (2)	Fachada	42.15	0.53	42.15	0.26
PB. Fachada SO 6. (2)	Fachada	22.24	0.53	22.24	0.26
PB. Fachada SO 7. (5)	Fachada	37.16	0.51	37.16	0.25
Suelo con terreno	Suelo	2838.43	1.00	2838.43	1.00
PB. Partición vertical	Partición Interior	205.79	1.80	205.79	1.80
PB. Cubierta de Grava	Cubierta	673.98	0.44	673.98	0.44
PB. Cubierta de Chapa	Cubierta	530.67	0.58	530.67	0.58
PB. Cubierta de Baldosín Catalán	Cubierta	110.79	1.19	110.79	1.19

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020


P1-2. Fachada NO 1. (2.1)	Fachada	68.03	0.53	68.03	0.26
P1-2. Fachada NO 2. (2)	Fachada	178.08	0.53	178.08	0.26
P1-2. Fachada NE 1. (2)	Fachada	47.71	0.53	47.71	0.26
P1-2. Fachada SE 1. (2)	Fachada	57.79	0.53	57.79	0.26
P1-2. Fachada NE 2. (2)	Fachada	391.11	0.53	391.11	0.26
P1-2. Fachada NE 3. (2.1)	Fachada	51.87	0.53	51.87	0.26
P1-2. Fachada SE 2. (2.1)	Fachada	36.56	0.53	36.56	0.26
P1-2. Fachada SE 3. (2)	Fachada	73.86	0.53	73.86	0.26
P1-2. Fachada NE 4. (2)	Fachada	42.01	0.53	42.01	0.26
P1-2. Fachada NO 3. (2)	Fachada	39.10	0.53	39.10	0.26
P1-2. Fachada NE 5. (2)	Fachada	89.48	0.53	89.48	0.26
P1-2. Fachada SE 4. (2)	Fachada	76.15	0.53	76.15	0.26
P1-2. Fachada SO 1. (2)	Fachada	92.87	0.53	92.87	0.26
P1-2. Fachada SE 5. (5)	Fachada	62.68	0.51	62.68	0.25
P1-2. Fachada SO 2. (5)	Fachada	305.60	0.51	305.60	0.25
P1-2. Fachada SO 3. (5.1)	Fachada	130.58	0.50	130.58	0.25
P1-2. Fachada SO 4. (5)	Fachada	77.25	0.51	77.25	0.25
P1-2. Fachada SO 5. (5.1)	Fachada	27.27	0.50	27.27	0.25
P1-2. Fachada SO 6. (5)	Fachada	31.85	0.51	31.85	0.25
P1-2. Fachada SE 6. (5)	Fachada	94.71	0.51	94.71	0.25
P1-2. Fachada SO 7. (2)	Fachada	177.64	0.53	177.64	0.26
P1-2. Fachada NO 4. (2)	Fachada	89.11	0.53	89.11	0.26
P1-2. Fachada NE 6. (2)	Fachada	177.64	0.53	177.64	0.26
P1-2. Fachada SE 7. (5)	Fachada	89.11	0.51	89.11	0.25
P1-2. Fachada SO 8. (2)	Fachada	253.85	0.53	253.85	0.26
P1-2. Fachada NO 5. (2)	Fachada	89.11	0.53	89.11	0.26
P1-2. Fachada NE 7. (2)	Fachada	253.85	0.53	253.85	0.26
P1-2. Cubierta de grava	Cubierta	473.48	0.44	473.48	0.44
P1-2. Cubierta de Baldosón Catalán	Cubierta	2906.64	1.19	2906.64	1.19
P1-2. Suelo con aire	Suelo	1426.28	1.00	1426.28	1.00

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco[W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio[W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia a post mejora [W/m² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m² K]
VE-8-PB-NO ₂	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
VE-4-PB-NO ₂	Hueco	12.60	3.73	3.30	12.60	3.73	3.30
VE-1-PB-SO ₁	Hueco	4.17	3.78	3.30	4.17	3.78	3.30
VE-1-PB-NO ₃	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
VE-1-PB-NE ₁	Hueco	16.66	3.78	3.30	16.66	3.78	3.30
PE-1-PB-SE ₁	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
PE-1-PB-SE ₂	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-5-PB-SE ₂	Hueco	8.00	3.73	3.30	8.00	3.73	3.30
VE-4-PB-SE ₂	Hueco	25.20	3.73	3.30	25.20	3.73	3.30
VE-8-PB-SE ₂	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
VE-11-PB-SE ₂	Hueco	17.28	3.73	3.30	17.28	3.73	3.30

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

PE-4-PB-SE ₃	Hueco	3.48	5.70	5.70	3.48	5.70	5.70
VE-1-PB-SE ₃	Hueco	4.17	3.78	3.30	4.17	3.78	3.30
PE-1-PB-SO ₄	Hueco	21.06	5.70	5.70	21.06	5.70	5.70
VE-8-PB-SE ₄	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
PE-1-PB-SE ₄	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-6-PB-SE ₄	Hueco	16.80	3.78	3.30	16.80	3.78	3.30
VE-7-PB-SE ₄	Hueco	6.00	3.73	3.30	6.00	3.73	3.30
PE-2-PB-SO ₅	Hueco	13.33	5.70	5.70	13.33	5.70	5.70
VE-1-PB-SO ₅	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
VE-6-PB-NO ₅	Hueco	16.80	3.78	3.30	16.80	3.78	3.30
PE-1-PB-NO ₅	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
PE-4-PB-SE ₅	Hueco	6.96	5.70	5.70	6.96	5.70	5.70
VE-1-PB-SE ₅	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
VE-1-PB-SO ₆	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
PE-3-PB-SO ₆	Hueco	17.69	5.70	5.70	17.69	5.70	5.70
PE-4-PB-SO ₇	Hueco	3.48	5.70	5.70	3.48	5.70	5.70
VE-9-PB-SO ₇	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
PE-1-PB-SO ₇	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-7-PB-NO ₆	Hueco	6.00	3.73	3.30	6.00	3.73	3.30
VE-12-PB-NO ₆	Hueco	9.80	3.73	3.30	9.80	3.73	3.30
PE-1-PB-NO ₆	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-1-P1y2-NO2	Hueco	66.64	3.78	3.30	66.64	3.78	3.30
VE-1-P1y2-NE1	Hueco	16.66	3.78	3.30	16.66	3.78	3.30
VE-13-P1y2-NE2	Hueco	28.20	3.78	3.30	28.20	3.78	3.30
VE-14-P1y2-NE2	Hueco	28.20	3.90	3.30	28.20	3.90	3.30
VE-15-P1y2-NE2	Hueco	9.40	3.90	3.30	9.40	3.90	3.30
VE-16-P1y2-NE2	Hueco	28.20	3.78	3.30	28.20	3.78	3.30
VE-17-P1y2-NE2	Hueco	15.60	3.78	3.30	15.60	3.78	3.30
VE-18-P1y2-NE2	Hueco	15.60	3.90	3.30	15.60	3.90	3.30
VE-5-P1y2-SE2	Hueco	8.00	3.78	3.30	8.00	3.78	3.30
VE-6-P1y2-SE3	Hueco	9.60	3.78	3.30	9.60	3.78	3.30
VE-5-P1y2-NE4	Hueco	8.00	3.78	3.30	8.00	3.78	3.30
VE-10-P1y2-NE5	Hueco	10.80	3.78	3.30	10.80	3.78	3.30
PE-1-P1y2-SE4	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-7-P1y2-SE4	Hueco	18.00	3.78	3.30	18.00	3.78	3.30

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		322.5%	-	Bomba de Calor		322.5%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Equipo ACS	Caldera Estándar	67	84.2%	-	Caldera Estándar	67	84.2%	-	-
Equipo ACS Peluquería	Efecto Joule		100.0%	-	Efecto Joule		100.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora


	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² 100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m ²]	VEEI post mejora [W/m ² 100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
Planta Primera y Segunda	8.58	2.9	300	8.58	2.9	300
Planta Baja	6.65	2.2	300	6.65	2.2	300
TOTALES	7.46	-	-	7.46	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Planta Baja	2838.43	Intensidad Alta - 8h
Planta Primera y Segunda	5503.73	Intensidad Alta - 8h
Edificio Objeto	519.46	Intensidad Alta - 8h

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Sustitución de la caldera existente y calentador de ACS y cambio de las luminarias fluorescentes por tubos LED

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

En este conjunto se incluyen dos medidas activas de mejora de las instalaciones del edificio: - Sustitución de las calderas para calefacción actual, que funcionan con gas natural, por otras de similares características, pero alimentada por biomasa no densificada (astillas). Además sustituimos el termo acumulador de ACS aprovechando la caldera de biomasa para generar ACS - Sustitución de las luminarias fluorescentes con una potencia de 36 W por lámparas LED de última generación de 14,5 W.

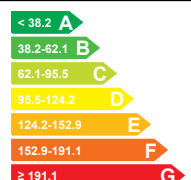
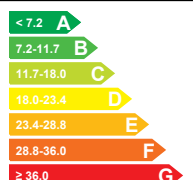
Coste estimado de la medida

133522.84 €

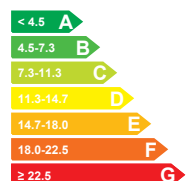
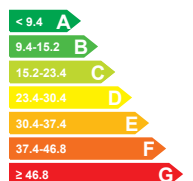
Otros datos de interés


La referencia comercial de las calderas propuestas, son dos calderas HERZ Firematic 251. La referencia comercial de los tubos de LED es Core Pro LED tubo 1200 mm de 14,5 W 840 C GLASS. Marca: PHILIPS.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
	35.42 A		6.49 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
	30.04 G		15.36 C

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	34.24	3.6%	7.65	7.6%	4.07	-92.8%	9.26	50.4%	55.23	14.5%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	2.22	A 94.8%	14.95	B 7.6%	0.14	A 94.5%	18.10	A 50.4%	35.42	A 63.7%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	0.82	A 90.8%	2.53	B 7.6%	0.07	A 86.3%	3.07	A 50.4%	6.49	A 64.7%
Demanda [kWh/m² año]	30.04	G -8.0%	15.36	C 7.6%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos


Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
PB. Fachada NO 1. (2.1)	Fachada	33.44	0.53	33.44	0.53
PB. Fachada NO 2. (2)	Fachada	75.46	0.53	75.46	0.53
PB. Fachada SO 1. (2)	Fachada	32.31	0.53	32.31	0.53
PB. Fachada NO 3. (2)	Fachada	42.87	0.53	42.87	0.53
PB. Fachada NE 1. (2)	Fachada	42.25	0.53	42.25	0.53
PB. Fachada SE 1. (2)	Fachada	28.01	0.53	28.01	0.53
PB. Fachada NO 4. (2)	Fachada	52.96	0.53	52.96	0.53
PB. Fachada NE 2. (2)	Fachada	21.12	0.53	21.12	0.53
PB. Fachada SE 2. (2)	Fachada	164.95	0.53	164.95	0.53
PB. Fachada SO 2. (5.1)	Fachada	31.87	0.50	31.87	0.50
PB. Fachada SO 3. (2)	Fachada	46.40	0.53	46.40	0.53
PB. Fachada NO 5. (5)	Fachada	149.32	0.51	149.32	0.51
PB. Fachada NE 3. (5)	Fachada	21.12	0.51	21.12	0.51
PB. Fachada SE 3. (5)	Fachada	37.95	0.51	37.95	0.51
PB. Fachada SO 4. (5)	Fachada	41.18	0.51	41.18	0.51
PB. Fachada SE 4. (5)	Fachada	91.89	0.51	91.89	0.51
PB. Fachada SO 5. (5.1)	Fachada	32.68	0.50	32.68	0.50
PB. Fachada NO 6. (5)	Fachada	69.33	0.51	69.33	0.51
PB. Fachada SE 5. (2)	Fachada	42.15	0.53	42.15	0.53
PB. Fachada SO 6. (2)	Fachada	22.24	0.53	22.24	0.53
PB. Fachada SO 7. (5)	Fachada	37.16	0.51	37.16	0.51
Suelo con terreno	Suelo	2838.43	1.00	2838.43	1.00
PB. Partición vertical	Partición Interior	205.79	1.80	205.79	1.80
PB. Cubierta de Grava	Cubierta	673.98	0.44	673.98	0.44
PB. Cubierta de Chapa	Cubierta	530.67	0.58	530.67	0.58
PB. Cubierta de Baldosín Catalán	Cubierta	110.79	1.19	110.79	1.19

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020


P1-2. Fachada NO 1. (2.1)	Fachada	68.03	0.53	68.03	0.53
P1-2. Fachada NO 2. (2)	Fachada	178.08	0.53	178.08	0.53
P1-2. Fachada NE 1. (2)	Fachada	47.71	0.53	47.71	0.53
P1-2. Fachada SE 1. (2)	Fachada	57.79	0.53	57.79	0.53
P1-2. Fachada NE 2. (2)	Fachada	391.11	0.53	391.11	0.53
P1-2. Fachada NE 3. (2.1)	Fachada	51.87	0.53	51.87	0.53
P1-2. Fachada SE 2. (2.1)	Fachada	36.56	0.53	36.56	0.53
P1-2. Fachada SE 3. (2)	Fachada	73.86	0.53	73.86	0.53
P1-2. Fachada NE 4. (2)	Fachada	42.01	0.53	42.01	0.53
P1-2. Fachada NO 3. (2)	Fachada	39.10	0.53	39.10	0.53
P1-2. Fachada NE 5. (2)	Fachada	89.48	0.53	89.48	0.53
P1-2. Fachada SE 4. (2)	Fachada	76.15	0.53	76.15	0.53
P1-2. Fachada SO 1. (2)	Fachada	92.87	0.53	92.87	0.53
P1-2. Fachada SE 5. (5)	Fachada	62.68	0.51	62.68	0.51
P1-2. Fachada SO 2. (5)	Fachada	305.60	0.51	305.60	0.51
P1-2. Fachada SO 3. (5.1)	Fachada	130.58	0.50	130.58	0.50
P1-2. Fachada SO 4. (5)	Fachada	77.25	0.51	77.25	0.51
P1-2. Fachada SO 5. (5.1)	Fachada	27.27	0.50	27.27	0.50
P1-2. Fachada SO 6. (5)	Fachada	31.85	0.51	31.85	0.51
P1-2. Fachada SE 6. (5)	Fachada	94.71	0.51	94.71	0.51
P1-2. Fachada SO 7. (2)	Fachada	177.64	0.53	177.64	0.53
P1-2. Fachada NO 4. (2)	Fachada	89.11	0.53	89.11	0.53
P1-2. Fachada NE 6. (2)	Fachada	177.64	0.53	177.64	0.53
P1-2. Fachada SE 7. (5)	Fachada	89.11	0.51	89.11	0.51
P1-2. Fachada SO 8. (2)	Fachada	253.85	0.53	253.85	0.53
P1-2. Fachada NO 5. (2)	Fachada	89.11	0.53	89.11	0.53
P1-2. Fachada NE 7. (2)	Fachada	253.85	0.53	253.85	0.53
P1-2. Cubierta de grava	Cubierta	473.48	0.44	473.48	0.44
P1-2. Cubierta de Baldosón Catalán	Cubierta	2906.64	1.19	2906.64	1.19
P1-2. Suelo con aire	Suelo	1426.28	1.00	1426.28	1.00

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco[W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio[W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia a post mejora [W/m² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m² K]
VE-8-PB-NO ₂	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
VE-4-PB-NO ₂	Hueco	12.60	3.73	3.30	12.60	3.73	3.30
VE-1-PB-SO ₁	Hueco	4.17	3.78	3.30	4.17	3.78	3.30
VE-1-PB-NO ₃	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
VE-1-PB-NE ₁	Hueco	16.66	3.78	3.30	16.66	3.78	3.30
PE-1-PB-SE ₁	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
PE-1-PB-SE ₂	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-5-PB-SE ₂	Hueco	8.00	3.73	3.30	8.00	3.73	3.30
VE-4-PB-SE ₂	Hueco	25.20	3.73	3.30	25.20	3.73	3.30
VE-8-PB-SE ₂	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
VE-11-PB-SE ₂	Hueco	17.28	3.73	3.30	17.28	3.73	3.30

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

PE-4-PB-SE ₃	Hueco	3.48	5.70	5.70	3.48	5.70	5.70
VE-1-PB-SE ₃	Hueco	4.17	3.78	3.30	4.17	3.78	3.30
PE-1-PB-SO ₄	Hueco	21.06	5.70	5.70	21.06	5.70	5.70
VE-8-PB-SE ₄	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
PE-1-PB-SE ₄	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-6-PB-SE ₄	Hueco	16.80	3.78	3.30	16.80	3.78	3.30
VE-7-PB-SE ₄	Hueco	6.00	3.73	3.30	6.00	3.73	3.30
PE-2-PB-SO ₅	Hueco	13.33	5.70	5.70	13.33	5.70	5.70
VE-1-PB-SO ₅	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
VE-6-PB-NO ₅	Hueco	16.80	3.78	3.30	16.80	3.78	3.30
PE-1-PB-NO ₅	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
PE-4-PB-SE ₅	Hueco	6.96	5.70	5.70	6.96	5.70	5.70
VE-1-PB-SE ₅	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
VE-1-PB-SO ₆	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
PE-3-PB-SO ₆	Hueco	17.69	5.70	5.70	17.69	5.70	5.70
PE-4-PB-SO ₇	Hueco	3.48	5.70	5.70	3.48	5.70	5.70
VE-9-PB-SO ₇	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
PE-1-PB-SO ₇	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-7-PB-NO ₆	Hueco	6.00	3.73	3.30	6.00	3.73	3.30
VE-12-PB-NO ₆	Hueco	9.80	3.73	3.30	9.80	3.73	3.30
PE-1-PB-NO ₆	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-1-P1y2-NO2	Hueco	66.64	3.78	3.30	66.64	3.78	3.30
VE-1-P1y2-NE1	Hueco	16.66	3.78	3.30	16.66	3.78	3.30
VE-13-P1y2-NE2	Hueco	28.20	3.78	3.30	28.20	3.78	3.30
VE-14-P1y2-NE2	Hueco	28.20	3.90	3.30	28.20	3.90	3.30
VE-15-P1y2-NE2	Hueco	9.40	3.90	3.30	9.40	3.90	3.30
VE-16-P1y2-NE2	Hueco	28.20	3.78	3.30	28.20	3.78	3.30
VE-17-P1y2-NE2	Hueco	15.60	3.78	3.30	15.60	3.78	3.30
VE-18-P1y2-NE2	Hueco	15.60	3.90	3.30	15.60	3.90	3.30
VE-5-P1y2-SE2	Hueco	8.00	3.78	3.30	8.00	3.78	3.30
VE-6-P1y2-SE3	Hueco	9.60	3.78	3.30	9.60	3.78	3.30
VE-5-P1y2-NE4	Hueco	8.00	3.78	3.30	8.00	3.78	3.30
VE-10-P1y2-NE5	Hueco	10.80	3.78	3.30	10.80	3.78	3.30
PE-1-P1y2-SE4	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-7-P1y2-SE4	Hueco	18.00	3.78	3.30	18.00	3.78	3.30

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		322.5%	-	Bomba de Calor		322.5%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Equipo ACS	Caldera Estándar	67	84.2%	-	-	-	-	-	-
Equipo ACS Peluquería	Efecto Joule		100.0%	-	-	-	-	-	-
Calefacción y ACS	-	-	-	-	Caldera Estándar	502	87.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora


	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² 100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m ²]	VEEI post mejora [W/m ² 100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
Planta Primera y Segunda	8.58	2.9	300	3.46	1.2	300
Planta Baja	6.65	2.2	300	4.85	1.6	300
TOTALES	7.46	-	-	3.7	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Planta Baja	2838.43	Intensidad Alta - 8h
Planta Primera y Segunda	5503.73	Intensidad Alta - 8h
Edificio Objeto	519.46	Intensidad Alta - 8h

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Mejora de la envolvente térmica, sustitución de la caldera y calentador de ACS y cambio de las luminarias fluorescentes por tubos LED

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

En este conjunto se incluyen las tres medidas de mejora en cuanto a la envolvente térmica y las instalaciones del edificio: - Aislamiento térmico por el exterior de fachada (6cm) Poliestireno Espandido + Acabado. El aislamiento añadido tendrá una transmitancia térmica de 0,030 W/mK. - Sustitución de las calderas para calefacción actual, que funcionan con gas natural, por otras de similares características, pero alimentada por biomasa no densificada (astillas). Además sustituimos el termo acumulador de ACS aprovechando la caldera de biomasa para generar ACS. - Sustitución de las luminarias fluorescentes con una potencia de 36 W por lámparas LED de última generación de 18 W.

Coste estimado de la medida

440741.48 €

Otros datos de interés


La referencia comercial del sistema SATE propuesto es TermoK8* HP. Está formado por una aislante EPS 30HP. Panel aislante térmico de poliestireno expandido estabilizado con una conductividad térmica de 0,030 W/mk. La referencia comercial de las calderas propuestas, son dos calderas HERZ Firematic 251. La referencia comercial de los tubos de LED es Core Pro LED tubo 1200 mm de 14,5 W 840 C GLASS. Marca: PHILIPS.

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
<div>< 38.2 A</div> <div>38.2-62.1 B</div> <div>62.1-95.5 C</div> <div>95.5-124.2 D</div> <div>124.2-152.9 E</div> <div>152.9-191.1 F</div> <div>≥ 191.1 G</div>	38.69 B	<div>< 7.2 A</div> <div>7.2-11.7 B</div> <div>11.7-18.0 C</div> <div>18.0-23.4 D</div> <div>23.4-28.8 E</div> <div>28.8-36.0 F</div> <div>≥ 36.0 G</div>	6.78 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]	
<div>< 4.5 A</div> <div>4.5-7.3 B</div> <div>7.3-11.3 C</div> <div>11.3-14.7 D</div> <div>14.7-18.0 E</div> <div>18.0-22.5 F</div> <div>≥ 22.5 G</div>	11.64 D	<div>< 9.4 A</div> <div>9.4-15.2 B</div> <div>15.2-23.4 C</div> <div>23.4-30.4 D</div> <div>30.4-37.4 E</div> <div>37.4-46.8 F</div> <div>≥ 46.8 G</div>	20.12 C

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020


ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	13.27	62.6%	10.02	-21.1%	4.07	-92.8%	9.26	50.4%	36.63	43.3%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	0.86	A 98.0%	19.58	C -21.1%	0.14	A 94.5%	18.10	A 50.4%	38.69	B 60.3%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	0.32	A 96.4%	3.32	C -21.1%	0.07	A 86.3%	3.07	A 50.4%	6.78	A 63.2%
Demanda [kWh/m² año]	11.64	D 58.1%	20.12	C -21.1%						

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos


Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
PB. Fachada NO 1. (2.1)	Fachada	33.44	0.53	33.44	0.26
PB. Fachada NO 2. (2)	Fachada	75.46	0.53	75.46	0.26
PB. Fachada SO 1. (2)	Fachada	32.31	0.53	32.31	0.26
PB. Fachada NO 3. (2)	Fachada	42.87	0.53	42.87	0.26
PB. Fachada NE 1. (2)	Fachada	42.25	0.53	42.25	0.26
PB. Fachada SE 1. (2)	Fachada	28.01	0.53	28.01	0.26
PB. Fachada NO 4. (2)	Fachada	52.96	0.53	52.96	0.26
PB. Fachada NE 2. (2)	Fachada	21.12	0.53	21.12	0.26
PB. Fachada SE 2. (2)	Fachada	164.95	0.53	164.95	0.26
PB. Fachada SO 2. (5.1)	Fachada	31.87	0.50	31.87	0.25
PB. Fachada SO 3. (2)	Fachada	46.40	0.53	46.40	0.26
PB. Fachada NO 5. (5)	Fachada	149.32	0.51	149.32	0.25
PB. Fachada NE 3. (5)	Fachada	21.12	0.51	21.12	0.25
PB. Fachada SE 3. (5)	Fachada	37.95	0.51	37.95	0.25
PB. Fachada SO 4. (5)	Fachada	41.18	0.51	41.18	0.25
PB. Fachada SE 4. (5)	Fachada	91.89	0.51	91.89	0.25
PB. Fachada SO 5. (5.1)	Fachada	32.68	0.50	32.68	0.25
PB. Fachada NO 6. (5)	Fachada	69.33	0.51	69.33	0.25
PB. Fachada SE 5. (2)	Fachada	42.15	0.53	42.15	0.26
PB. Fachada SO 6. (2)	Fachada	22.24	0.53	22.24	0.26
PB. Fachada SO 7. (5)	Fachada	37.16	0.51	37.16	0.25
Suelo con terreno	Suelo	2838.43	1.00	2838.43	1.00
PB. Partición vertical	Partición Interior	205.79	1.80	205.79	1.80
PB. Cubierta de Grava	Cubierta	673.98	0.44	673.98	0.44
PB. Cubierta de Chapa	Cubierta	530.67	0.58	530.67	0.58
PB. Cubierta de Baldosín Catalán	Cubierta	110.79	1.19	110.79	1.19

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020


P1-2. Fachada NO 1. (2.1)	Fachada	68.03	0.53	68.03	0.26
P1-2. Fachada NO 2. (2)	Fachada	178.08	0.53	178.08	0.26
P1-2. Fachada NE 1. (2)	Fachada	47.71	0.53	47.71	0.26
P1-2. Fachada SE 1. (2)	Fachada	57.79	0.53	57.79	0.26
P1-2. Fachada NE 2. (2)	Fachada	391.11	0.53	391.11	0.26
P1-2. Fachada NE 3. (2.1)	Fachada	51.87	0.53	51.87	0.26
P1-2. Fachada SE 2. (2.1)	Fachada	36.56	0.53	36.56	0.26
P1-2. Fachada SE 3. (2)	Fachada	73.86	0.53	73.86	0.26
P1-2. Fachada NE 4. (2)	Fachada	42.01	0.53	42.01	0.26
P1-2. Fachada NO 3. (2)	Fachada	39.10	0.53	39.10	0.26
P1-2. Fachada NE 5. (2)	Fachada	89.48	0.53	89.48	0.26
P1-2. Fachada SE 4. (2)	Fachada	76.15	0.53	76.15	0.26
P1-2. Fachada SO 1. (2)	Fachada	92.87	0.53	92.87	0.26
P1-2. Fachada SE 5. (5)	Fachada	62.68	0.51	62.68	0.25
P1-2. Fachada SO 2. (5)	Fachada	305.60	0.51	305.60	0.25
P1-2. Fachada SO 3. (5.1)	Fachada	130.58	0.50	130.58	0.25
P1-2. Fachada SO 4. (5)	Fachada	77.25	0.51	77.25	0.25
P1-2. Fachada SO 5. (5.1)	Fachada	27.27	0.50	27.27	0.25
P1-2. Fachada SO 6. (5)	Fachada	31.85	0.51	31.85	0.25
P1-2. Fachada SE 6. (5)	Fachada	94.71	0.51	94.71	0.25
P1-2. Fachada SO 7. (2)	Fachada	177.64	0.53	177.64	0.26
P1-2. Fachada NO 4. (2)	Fachada	89.11	0.53	89.11	0.26
P1-2. Fachada NE 6. (2)	Fachada	177.64	0.53	177.64	0.26
P1-2. Fachada SE 7. (5)	Fachada	89.11	0.51	89.11	0.25
P1-2. Fachada SO 8. (2)	Fachada	253.85	0.53	253.85	0.26
P1-2. Fachada NO 5. (2)	Fachada	89.11	0.53	89.11	0.26
P1-2. Fachada NE 7. (2)	Fachada	253.85	0.53	253.85	0.26
P1-2. Cubierta de grava	Cubierta	473.48	0.44	473.48	0.44
P1-2. Cubierta de Baldosón Catalán	Cubierta	2906.64	1.19	2906.64	1.19
P1-2. Suelo con aire	Suelo	1426.28	1.00	1426.28	1.00

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco [W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
VE-8-PB-NO ₂	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
VE-4-PB-NO ₂	Hueco	12.60	3.73	3.30	12.60	3.73	3.30
VE-1-PB-SO ₁	Hueco	4.17	3.78	3.30	4.17	3.78	3.30
VE-1-PB-NO ₃	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
VE-1-PB-NE ₁	Hueco	16.66	3.78	3.30	16.66	3.78	3.30
PE-1-PB-SE ₁	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
PE-1-PB-SE ₂	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-5-PB-SE ₂	Hueco	8.00	3.73	3.30	8.00	3.73	3.30
VE-4-PB-SE ₂	Hueco	25.20	3.73	3.30	25.20	3.73	3.30
VE-8-PB-SE ₂	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
VE-11-PB-SE ₂	Hueco	17.28	3.73	3.30	17.28	3.73	3.30

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

PE-4-PB-SE ₃	Hueco	3.48	5.70	5.70	3.48	5.70	5.70
VE-1-PB-SE ₃	Hueco	4.17	3.78	3.30	4.17	3.78	3.30
PE-1-PB-SO ₄	Hueco	21.06	5.70	5.70	21.06	5.70	5.70
VE-8-PB-SE ₄	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
PE-1-PB-SE ₄	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-6-PB-SE ₄	Hueco	16.80	3.78	3.30	16.80	3.78	3.30
VE-7-PB-SE ₄	Hueco	6.00	3.73	3.30	6.00	3.73	3.30
PE-2-PB-SO ₅	Hueco	13.33	5.70	5.70	13.33	5.70	5.70
VE-1-PB-SO ₅	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
VE-6-PB-NO ₅	Hueco	16.80	3.78	3.30	16.80	3.78	3.30
PE-1-PB-NO ₅	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
PE-4-PB-SE ₅	Hueco	6.96	5.70	5.70	6.96	5.70	5.70
VE-1-PB-SE ₅	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
VE-1-PB-SO ₆	Hueco	8.33	3.78	3.30	8.33	3.78	3.30
PE-3-PB-SO ₆	Hueco	17.69	5.70	5.70	17.69	5.70	5.70
PE-4-PB-SO ₇	Hueco	3.48	5.70	5.70	3.48	5.70	5.70
VE-9-PB-SO ₇	Hueco	1.80	3.78	3.30	1.80	3.78	3.30
PE-1-PB-SO ₇	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-7-PB-NO ₆	Hueco	6.00	3.73	3.30	6.00	3.73	3.30
VE-12-PB-NO ₆	Hueco	9.80	3.73	3.30	9.80	3.73	3.30
PE-1-PB-NO ₆	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-1-P1y2-NO2	Hueco	66.64	3.78	3.30	66.64	3.78	3.30
VE-1-P1y2-NE1	Hueco	16.66	3.78	3.30	16.66	3.78	3.30
VE-13-P1y2-NE2	Hueco	28.20	3.78	3.30	28.20	3.78	3.30
VE-14-P1y2-NE2	Hueco	28.20	3.90	3.30	28.20	3.90	3.30
VE-15-P1y2-NE2	Hueco	9.40	3.90	3.30	9.40	3.90	3.30
VE-16-P1y2-NE2	Hueco	28.20	3.78	3.30	28.20	3.78	3.30
VE-17-P1y2-NE2	Hueco	15.60	3.78	3.30	15.60	3.78	3.30
VE-18-P1y2-NE2	Hueco	15.60	3.90	3.30	15.60	3.90	3.30
VE-5-P1y2-SE2	Hueco	8.00	3.78	3.30	8.00	3.78	3.30
VE-6-P1y2-SE3	Hueco	9.60	3.78	3.30	9.60	3.78	3.30
VE-5-P1y2-NE4	Hueco	8.00	3.78	3.30	8.00	3.78	3.30
VE-10-P1y2-NE5	Hueco	10.80	3.78	3.30	10.80	3.78	3.30
PE-1-P1y2-SE4	Hueco	5.27	5.70	5.70	5.27	5.70	5.70
VE-7-P1y2-SE4	Hueco	18.00	3.78	3.30	18.00	3.78	3.30

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		322.5%	-	Bomba de Calor		322.5%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria


Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Equipo ACS	Caldera Estándar	67	84.2%	-	-	-	-	-	-
Equipo ACS Peluquería	Efecto Joule		100.0%	-	-	-	-	-	-
Calefacción y ACS	-	-	-	-	Caldera Estándar	502	87.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Torres de refrigeración (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

Ventilación y bombeo (sólo edificios terciarios)

Nombre	Tipo	Servicio asociado	Consumo de energía [kWh/año]	Tipo post mejora	Servicio asociado post mejora	Consumo de energía post mejora

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	8350513YK4285S0001ZI	Versión informe asociado	20/06/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	07/07/2020

INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Potencia instalada [W/m ²]	VEEI [W/m ² 100lux]	Iluminancia media [lux]	Potencia instalada post mejora [W/m ²]	VEEI post mejora [W/m ² 100lux]	Iluminancia media post mejora [lux]
Planta Primera y Segunda	8.58	2.9	300	3.46	1.2	300
Planta Baja	6.65	2.2	300	4.85	1.6	300
TOTALES	7.46	-	-	3.7	-	-

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO Y OCUPACIÓN (sólo edificios terciarios)

Espacio	Superficie [m ²]	Perfil de uso
Planta Baja	2838.43	Intensidad Alta - 8h
Planta Primera y Segunda	5503.73	Intensidad Alta - 8h
Edificio Objeto	519.46	Intensidad Alta - 8h

12. ANEXOS

12.3 PRESUPUESTOS

Parte 1. Envolvente térmica

Ud Capítulo 1: Mejora de aislamiento exterior de fachadas.

1.1.1 Instalación de sistema de Aislamiento Térmico Exterior (SATE)

m² Aislamiento térmico por el exterior de fachadas, con el sistema TERMOK8®HP con revestimiento acrílico RIVATONE PLUS G12, sobre malla de fibra de vidrio ARMATEX C1, formado por: mortero base "Klebocem Termico" ($\lambda=0.23\text{W/mK}$), para fijación y regularización de placas de aislamiento térmico, panel termoaislante auto-extinguible en poliestireno expandido sinterizado EPS sin HBCD, mezclado con grafito, con una superficie en EPS blanco producida mediante sinterización- laminación. Con las superficie externa e interna moteadas para mejorar la adhesión y la unión mecánica con la capa de alisado, de 60 mm de espesor, conductividad térmica $0,030\text{ W/(mK)}$, densidad 20 kg/m^3 (situado entre las dos capas de mortero base, como aislante térmico); Revestimiento plástico continuo exterior RIVATONE PLUS G12, bactericida y fungicida de amplio espectro de acción. Es un revoque especialmente idóneo como acabado para Termok8®. Para uso en exteriores. Incluso p/p de preparación de la superficie soporte, colocación de perfiles de arranque y de esquina, formación de juntas, rincones, maestras, aristas, moquetas, jambas, dinteles, remates en los encuentros con paramentos, revestimientos u otros elementos recibidos en su superficie. Criterios de Medición en Proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m^2 , añadiendo a cambio la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles. No se ha incrementado la medición por roturas y recortes, ya que en la descomposición se ha considerado un 5% más de piezas. Criterios de Medición en Obra y condiciones de Abono: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 1 m^2 , añadiendo a cambio la superficie de la parte interior del hueco, correspondiente al desarrollo de jambas y dinteles.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Fachada Planta Baja	1,00	443,21	3,50		1551,24
Fachada Plantas Primera y Segunda	1,00	576,62	8,25		4757,12
Dedución huecos de más de 1 m^2	-1,00	943,32			-943,32
Remates de borde de huecos de más de 1 m^2	1,00	2000,50	0,15		300,08
TOTAL m²					5665,11
Precio unitario €/m ²					54,23
Precio TOTAL €					307218,64
TOTAL CAPÍTULO 1					307218,64
RESUMEN PARTE 1. ENVOLENTE TÉRMICA					
TOTAL CAPÍTULO 1					307218,64
TOTAL					307218,64

Ud Capítulo 1: Sustitución de calderas

2.1.1 Sustitución de calderas existentes por calderas de biomasa

Ud Desmontaje y retirada de las calderas existentes así como la instalación de dos nuevas calderas de Biomasa no densificada (astillas) con una humedad máxima del 40%, de la marca HERZ, modelo Firematic 251 T-Control con una potencia máxima total entre ambas calderas de 502 kW. Incluye cuerpo de la caldera con asilamiento, intercambiador de seguridad, sistema de aspiración con regulación de velocidad, limpieza automática de la parrilla de combustión mediante sistema basculante con limpieza de incrustaciones, limpieza automática de intercambiadores, cámara de combustión con dos zonas, Sistema RSE anti-retorno de la llama, control del nivel de almacén intermedio mediante sensores infrarrojos, encendido automático mediante soplador de aire caliente, extracción automática de cenizas de combustión y gases, recogida de cenizas en cajón central, accesorios de limpieza e instrucciones de instalación y funcionamiento. Cuenta con regulación integrada mediante sistema de T-Control con pantalla táctil.

Incluye sistema de extracción de cenizas mediante sinfín flexible Firematic 251 (longitud del sinfín 3048 mm) con cajón de ceniza galvanizado de 240 litros apertura por arriba.

Criterios de Medición en Proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterios de Medición en Obra: Se contabilizará el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Calderas	2,00				2,00
TOTAL Ud					2,00
Precio unitario €/Ud					47016,00
Precio TOTAL €					94032,00

2.1.2 Instalación de depósito de inercia.

Ud Suministro e instalación de depósito de inercia para el sistema de calefacción de la marca LAPESA, serie MASTER-INERCIA, modelo MV-5000-L. con una capacidad de 5000 litros. Construido en chapa de acero al carbono, con una temperatura máxima admisible de 90°C en continuo y una presión máxima de trabajo de 6 Kg/cm².

Incluye: Suministro, instalación y mano de obra necesaria para la conexión del depósito con las calderas.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se contabilizará el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Depósito de Inercia	1,00				1,00
TOTAL m³					1,00
Precio unitario €/m³					5592,00
Precio TOTAL €					5592,00

2.1.3 Instalación de interacumulador de ACS

Ud Suministro e instalación de depósito interacumulador para acumulación de ACS de la marca IDROGAS, modelo CV 500 M1P, con una capacidad de 500 litros. Instalación vertical sobre suelo, fabricado en acero vitrificado, s/DIN 4753.

Incluye: Panel de control con termómetro y ánodo de magnesio con medidor de carga para la protección catódica del depósito. Aislamiento mediante espuma rígida de poliuretano inyectado en molde.

Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se contabilizará el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Depósito de Inercia	1,00				1,00
TOTAL m³					1,00
Precio unitario €/m³					1996,00
Precio TOTAL €					1996,00

2.1.4 Construcción de silo para astillas de biomasa

Ud Construcción de silo para almacenamiento de astillas de biomasa, con unas dimensiones en planta de 11 metros de longitud por 5 metros de anchura, y una altura de 2 metros. Contará con pendientes que faciliten la caída de las astillas. Situado sobre el cuarto de instalaciones donde se encuentran las calderas. Contará con un sistema de llenado vertical de la marca HERZ con una tolva de llenado de 6 metros de longitud para una altura de hasta 10 metros. Sistema de alimentación mediante agitador rotativo y tubo de caída.
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se contabilizará el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Silo de astillas	1,00				1,00
TOTAL m³					1,00
Precio unitario €/m³					18500,00
Precio TOTAL €					18500,00

TOTAL CAPÍTULO 1

120120,00

Ud Capítulo 2: Sustitución de luminarias

2.2.1 Sustitución de tubos fluorescentes por tubos leds

Ud Suministro y sustitución de tubos fluorescentes de existentes actualmente (36 W) por tubos de led CorePro LED Tube 1200 14,5W840 C GLASS de la marca PHILIPS.
Incluye: Desmontaje de tubos existentes, retirada de los mismos a punto de reciclaje e instalación de las nuevas lámparas con anulación de la reactancia y el cebador.
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se contabilizará el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Lámparas a sustituir (aulas, despachos y pasillos)	1826,00				1826,00
TOTAL Ud					1826,00
Precio unitario €/Ud					7,34
Precio TOTAL €					13402,84

TOTAL CAPÍTULO 2

13402,84

RESUMEN PARTE 2. MEJORA DE INSTALACIONES

TOTAL CAPÍTULO 1	120120,00
TOTAL CAPÍTULO 2	13402,84
TOTAL	133522,84

Ud Capítulo 1: Movimiento de tierras

3.1.1 Excavación a cielo abierto

m³ Excavación de tierras a cielo abierto para colocación de depósito de agua soterrado y excavación de zanjas para instalación hasta el cuarto de bombas hasta una profundidad de 2 m, en suelo de roca blanda, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto.

Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.

Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de Ejecución de la obra.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Vaciado para depósitos. Zona 1	4,00	2,60	2,40	2,80	69,89
Vaciado para depósitos. Zona 2	6,00	2,60	2,40	2,80	104,83
Zanja bajantes-depósitos	2,00	36,84	0,30	0,70	15,47
Zanja bajantes-depósitos	1,00	52,66	0,30	0,70	11,06
TOTAL m³					201,25
Precio unitario €/m ³					39,03
Precio TOTAL €					7854,84

3.1.2 Formación de relleno

m³ Formación de relleno de zanjas para instalaciones, con arena de 0 a 5 mm de diámetro y compactación en tongadas sucesivas de 20 cm de espesor máximo con pisón vibrante de guiado manual, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (ensayo no incluido en este precio). Incluso cinta o distintivo indicador de la instalación, carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.

Incluye: Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Colocación de cinta o distintivo indicador de la instalación. Compactación.

Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Relleno para depósitos. Zona 1	4,00	2,60	2,40	1,50	37,44
Relleno para depósitos. Zona 2	6,00	2,60	2,40	1,50	56,16
Relleno zanja bajantes-depósitos	2,00	36,84	0,30	0,35	7,74
Relleno zanja bajantes-depósitos	1,00	52,66	0,30	0,35	5,53
TOTAL m³					106,87
Precio unitario €/m ³					25,81
Precio TOTAL €					2758,20

3.1.3 Suministro y colocación de tierra vegetal

m³ Suministro a granel de tierra vegetal cribada y colocada en jardinera, con medios manuales. Incluso p/p de rasanteos y remates, recogida y carga a camión o contenedor de los componentes inadecuados, sobrantes y embalajes de los productos.
Incluye: Extendido de la tierra. Rasanteos y remates. Carga a camión o contenedor de los restos.
Criterio de medición de proyecto: Volumen a extender, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Zona depósitos. Zona 1	4,00	2,60	2,40	0,20	4,99
Zona depósitos. Zona 2	6,00	2,60	2,40	0,20	7,49
Zona zanja bajantes-depósitos	2,00	36,84	0,30	0,20	4,42
Zona zanja bajantes-depósitos	1,00	52,66	0,30	0,20	3,16
TOTAL m³					20,06
Precio unitario €/m³					57,30
Precio TOTAL €					1149,46

3.1.4 Base de hormigón en masa

m² Formación de base de hormigón en masa de 15 cm de espesor, con juntas, realizada con hormigón HM-15/B/20/I fabricado en central y vertido desde camión, sin tratamiento de su superficie; apoyada sobre capa base existente (no incluida en este precio). Incluso p/p de preparación de la superficie de apoyo del hormigón, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, formación de juntas de construcción y colocación de un panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como pilares y muros, para la ejecución de juntas de dilatación; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera, y curado del hormigón.
Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes. Replanteo de las juntas de construcción y de dilatación. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de construcción y de juntas perimetrales de dilatación. Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón.
Criterio de medición de proyecto: Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin deducir la superficie ocupada por los pilares situados dentro de su perímetro.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Zanja bajantes-depósitos	2,00	36,84	0,30		22,10
Zanja bajantes-depósitos	1,00	52,66	0,30		15,80
TOTAL m²					37,90
Precio unitario €/m²					13,33
Precio TOTAL €					505,23

TOTAL CAPÍTULO 1

12267,74

Ud Capítulo 2: Depósito y tuberías

3.2.1 Suministro e instalación de depósitos

Ud Suministro e instalación de depósito soterrado marca Carat S de poliéster reforzado de 13.000 litros, para recogida de agua de lluvia. El depósito incluye cúpula maxi, cubierta telescópica, pack de filtración universal: filtro universal, zapata de entrada tranquila, rebosadero con reja anti-animales, sistema de fijación rápida, grupo de bombeo con bomba sumergible integrada Inox, Kit de extracción flotante, arqueta de conexiones integrada en la cubierta y arqueta de conexiones jardín, y tubo de succión y agua de control.
Incluye: Replanteo. Limpieza de la base de apoyo del depósito. Colocación, fijación y montaje del depósito. Colocación y montaje de válvulas. Colocación y fijación de tuberías y accesorios.
Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Depósitos de 13.000 l.	5,00				5,00
TOTAL Ud					5,00
Precio unitario €/Ud					6300,83
Precio TOTAL €					31504,15

3.2.2 Suministro de instalación de tuberías

m Suministro e instalación de tubería de abastecimiento y distribución de agua de lluvia, formada por tubo de polietileno PE 40 de color negro con bandas azules, de 20 mm de diámetro exterior y 2,8 mm de espesor, PN=10 atm, enterrada, colocada sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal de las zanjas. Incluso p/p de accesorios de conexión y. Totalmente montada, conexionada y probada.
Incluye: Replanteo y trazado. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido de la arena en el fondo de la zanja.
Colocación de la tubería. Ejecución del relleno envolvente.
Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.
Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Und	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Tubería de bajantes hasta depósitos	2,00	36,84			73,68
Tubería de bajantes hasta depósitos	1,00	52,66			52,66
TOTAL m					52,66
Precio unitario €/m					4,93
Precio TOTAL €					259,61
TOTAL CAPÍTULO 2					31763,76
RESUMEN PARTE 3. INSTALACIÓN AGUAS PLUVIALES					
TOTAL CAPÍTULO 1					12267,74
TOTAL CAPÍTULO 2					31763,76
TOTAL					44031,50